ou fazendo:

$$G = G_1 T$$

donde:

$$\left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_{\substack{p \\ x_k}} = G_1 + T \left(\frac{\partial G_1}{\partial T}\right)_{\substack{p \\ T}}$$

vem:

$$H = G_1 T - G_1 T - T^2 \left(\frac{\partial G_1}{\partial T}\right)_{\substack{p \\ x_k}}$$

$$= - T^2 \left(\frac{\partial G_1}{\partial T}\right)_{\substack{p \\ x_k}}$$

ou:

$$(\partial G_1)_{\substack{p \\ x_k}} = - \frac{1}{T^2} H \partial T$$

Então:

$$G_1 = - \int \frac{H}{T^2} \partial T + a$$

em que a constante de integração *a* é função da pressão e de x_k. Como a energia interna (e, consequentemente, a entalpia) é, do ponto de vista termodinâmico, conhecido a menos de uma constante *b*, aquele integral contribui com a parcela $\left(-\frac{b}{T}\right)$ para o valor de G_1. Sendo:

$$G = G_1 T$$

o valor de *G* é conhecido a menos do termo aditivo:

$$a T - b$$

A importância deste conceito reside na própria definição de função característica. Conhecido o seu valor e o de todas as variáveis independentes, pode determinar-se o valor de todas as outras propriedades. Por isso, na resolução de qualquer problema, uma vez fixada a natureza das variáveis independentes, deve recorrer-se à função característica, correspondente a esse conjunto de variáveis. Assim, por exemplo, o cálculo do trabalho necessário para comprimir um gás num compressor alternativo faz-se por meio da expressão:

$$\mathcal{Z} = \int_{\widehat{AB}} v \partial p \qquad \text{(VII-14)}$$

sendo este integral calculado ao longo duma transformação reversível equivalente, em dispositivo fechado. Suponhamos que a compressão é adiabática. Para gases reais, aquele integral não é fácil de calcular.

As variáveis independentes são: a pressão (é a variável de integração) e a entropia (é a variável que se mantem constante).

A função característica é, então, a entalpia H [1]. Então, da expressão que traduz a sua variação numa transformação elementar:

$$\partial H = v \partial p + T \partial S'$$

resulta que, a S constante é:

$$\partial H = v \partial p$$

ou, numa transformação finita:

$$\Delta H_s = \int_{\widehat{AB}} v \partial p = \mathcal{Z}$$

O trabalho realizado pelo compressor é igual ao aumento da entalpia do gás.

* * *

Ao Prof. Luís de Almeida Alves, testemunhamos o nosso agradecimento pelas sugestõos apresentadadas no sentido de uma mais correcta e clara exposição do trabalho.

BIBLIOGRAFIA

— Curso de Física I ... Prof. António da Silveira

— Leçons de Thermodynamique ... Max Planck

— Thermodynamics ... G. N. Lewis and M. Randall

— Heat and Thermodynamics ... M. Zemansky

— Chemical Process Principles — II ... Houghen and Watson

— Chemical Engineering Thermodynamics ... B. Dodge.

---

[1] Como um gás é um sistema definido por 2 variáveis as funções H e H' identificam-se.

C. D. 621.311.5/91

Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional

— Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.) preparadas nos Serviços do R. N. C. a cargo da Companhia Nacional de Electricidade —

NOTA: *As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 93 % dos totais do País.*

SETEMBRO

I — Elementos gerais

a) Mensais (mês de Setembro) 10^6 kWh

	1953	1954	Variação %
Produção hidráulica (P_h)	40,4 (2)	118,3 (4)	+193
Produção térmica (P_t) . .	52,1 (3)	7,5 (5)	— 86
Produção total (P_T) . . .	92,5	125,8	+ 36
Cons. electroquímico (C_{eq})	0,1	21,8	-
Outros consumos (C_T–C_{eq})	77,7	86,0	+ 11
Consumo total (C_T) (1) . .	77,8	107,8	+ 39

b) Acumulados (de 1 de Janeiro a 30 de Setembro) 10^6 kWh

	1953	1954	Variação %
Produção hidráulica (P_h)	640,2 (6)	1109,9 (8)	+ 73
Produção térmica (P_t) . .	292,3 (7)	44,8 (9)	— 85
Produção total (P_T) . . .	932,5	1154,7	+ 24
Cons. electroquímico (C_{eq})	102,8	223,7	+118
Outros consumos (C_T–C_{eq})	700,6	765,6	+ 9
Consumo total (C_T) (1) . .	803,4	989,3	+ 23

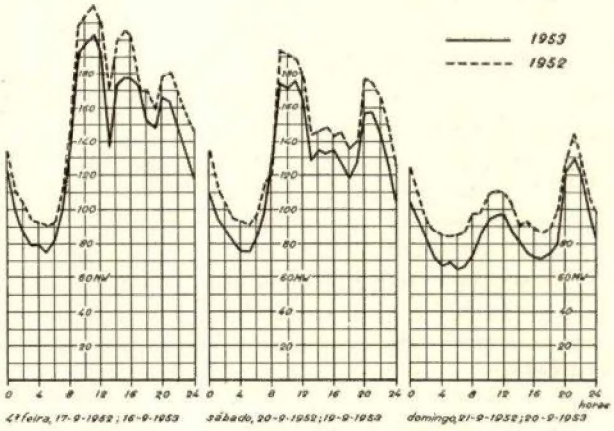
Notas:

(1) No consumo total (C_T) estão incluídas as perdas nas redes de transporte e de distribuição.

(2) 44 % P_T. (3) 56 % P_T. (4) 94 % P_T. (5) 6 % P_T.
(6) 69 % P_T. (7) 31 % P_T. (8) 96 % P_T. (9) 4 % P_T.

II — Diagramas de carga da produção

	4.ª feira:	
	16-9-953	15-9-954
Produção hidráulica (P_h) — MWh	1220	4222
Produção termica (P_t) — MWh . .	2202	319
Produção total (P_T) — MWh . . .	3422	4541
Utilização da ponta (U) — horas	16,9	17,7
Factor de carga (α)	0,70	0,74
Relação $\frac{\text{Pot. mín.}}{\text{Pot. máx.}}$ (r)	0,37	0,39



III — Energia armazenada nas principais albufeiras no fim do mês de Setembro de 1954.

Albufeira	Energia armazenada	
	10^6 kWh	% (1)
Venda Nova	37,6	35,2
Salamonde	11,3	82,9
Guilhofrei	1,0	11,5
Lagoa Comprida	8,0	27,0
Santa Luzia	13,3	39,3
Cabril	12,4	-
Castelo do Bode	113,7	69,3
Pracana	0,9	8,7
Póvoa	5,2	36,4
Total	203,9	-

Nota:

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras.

OUTUBRO

I — Elementos gerais

a) Mensais (mês de Outubro) 10^6 kWh

	1953	1954	Variação %
Produção hidráulica (P_h)	82,4 (2)	114,9 (4)	+ 39
Produção térmica (P_t) . .	24,6 (3)	9,4 (5)	— 62
Produção total (P_T) . . .	107,0	124,3	+ 16
Cons. electroquímico (C_{eq})	7,1	13,0	+ 83
Outros consumos ($C_T - C_{eq}$)	83,9	92,9	+ 11
Consumo total (C_T) (1) . .	91,0	105,9	+ 16

b) Acumulados (de 1 de Janeiro a 31 de Outubro) 10^6 kWh

	1953	1954	Variação %
Produção hidráulica (P_h)	722,6 (6)	1224,8 (8)	+ 70
Produção térmica (P_t) . .	316,9 (7)	54,2 (9)	— 83
Produção total (P_T) . . .	1039,5	1279,0	+ 23
Cons. electroquímico (C_{eq})	109,9	236,7	+115
Outros consumos ($C_T - C_{eq}$)	784,5	858,4	+ 9
Consumo total (C_T) (1) . .	894,4	1095,1	+ 23

Notas :

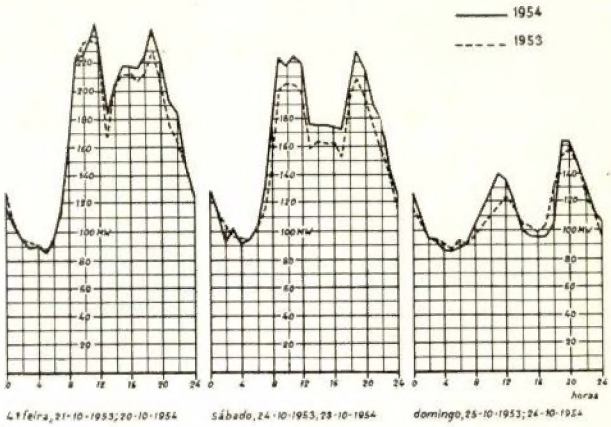
(1) No consumo total (C_T) estão incluídas as perdas nas redes de transporte e distribuição.

(2) 77 % P_T. (3) 23 % P_T. (4) 92 % P_T. (5) 8 % P_T

(6) 70 % P_T. (7) 30 % P_T. (8) 96 % P_T. (9) 4 % P_T.

II — Diagramas de carga da produção

	4.ª feira :	
	21-10-953	20-10-954
Produção hidráulica (P_h) — MWh	3867	4046
Produção térmica (P_t) — MWh . .	200	250
Produção total (P_T) — MWh . . .	4067	4296
Utilização da ponta (U) — horas	17,0	17,4
Factor de carga (α)	0,71	0,72
Relação $\frac{\text{Pot. mín.}}{\text{Pot. máx.}}$ (r)	0,37	0,35



III — Energia armazenada nas principais albufeiras no fim do mês de Outubro de 1954

Albufeira	Energia armazenada	
	10^6 kWh	% (1)
Venda Nova	16,2	15,2
Salamonde	7,5	55,0
Guilhofrei	1,0	11,5
Lagoa Comprida	5,6	19,0
Santa Luzia	7,7	22,6
Cabril.	—	—
Castelo do Bode	68,9	42,0
Pracana.	—	—
Póvoa	4,5	29,5
Total	111,6	—

Nota :

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras.

EFA-ACEC
MOTORES ELÉCTRICOS
ELECTRO-BOMBAS
TRANSFORMADORES
O PRIMEIRO TRANSFORMADOR DE 1.000 KVA FABRICADO EM PORTUGAL

Os fornos "BIRLEC" são a última palavra na concepção e fabrico de fornos eléctricos industriais para tratamentos térmicos.

Uma maior e melhor produção,
uma maior e melhor uniformidade de trabalho,
uma maior economia,

fizeram a reputação dos fornos "BIRLEC", tornando-os mundialmente conhecidos e utilizados.

Fabricantes:

BIRLEC

LIMITED

BIRMINGHAM — Inglaterra

Agentes:

AHLERS, LINDLEY, L.DA

Sede:

Rua Ferregial de Baixo, 33 - 2.º

LISBOA — Telefone 21321/4

Filial do Norte:

Palácio do Atlântico, 408

Praça D. João I

PORTO — Telefone 28384

C. D. 621-755

Apontamentos sobre a equilibragem dinâmica das máquinas rotativas

(Conclusão)

POR F. FANCHAMPS

CAPÍTULO II

Vibrações

1 — *Reacções nas chumaceiras devidas ao desequilíbrio dum rotor*

Vimos no parágrafo 8 do capítulo precedente, que as forças centrífugas produzidas por um desequilíbrio qualquer, podem, em princípio, reduzir-se sempre a um sistema de duas forças F_M e F_N, situadas respectivamente em dois planos de correcção M e N.

Estas duas forças são, em geral, de grandezas diferentes e estão situadas em planos meridianos distintos.

Se, excepcionalmente, o desequilíbrio for exclusivamente estático, as duas forças situar-se-ão no mesmo plano meridiano, mas não serão iguais, a menos que o centro de gravidade do rotor se encontre a meia distância entre as chumaceiras.

Do mesmo modo, se excepcionalmente o desequilíbrio for exclusivamente dinâmico, as duas forças situar-se-ão no mesmo plano meridiano e serão iguais, mas de sentidos contrários.

O problema da equilibragem, reduzido à determinação destas duas forças e portanto dos desequilíbrios que lhes são proporcionais, resolve-se medindo as deformações elásticas que elas provocam nas chumaceiras de apoio do veio do rotor.

Estas deformações elásticas produzidas alternadamente num e noutro sentido, com frequência correspondente à velocidade de rotação, produziriam a totalidade das reacções equilibrando as forças em jogo, se as chumaceiras e o rotor fossem desprovidos de massa, e se estes movimentos oscilatórios não fossem acompanhados de perda de energia por atrito.

Nesse caso hipotético, a grandeza das deformações elásticas, isto é, a amplitude das vibrações, seria proporcional em cada instante às componentes das forças F_M e F_N em jogo. Como as forças de reacção das chumaceiras não são, na realidade, ùnicamente devidas às suas deformações elásticas, mas ainda às forças de inércia devidas ao movimento das massas oscilantes e e às forças de atrito, os valores das deformações elásticas não são proporcionais em cada instante às forças F_M e F_N que as ocasionam.

Contudo, os máximos das deformações elásticas num e noutro sentido, conservam-se proporcionais aos máximos das forças correspondentes, isto é, a F_M e F_N, mas produzem-se com uma certa desfasagem.

Para nos inteirarmos destes fenómenos, vamos examinar o comportamento de sistemas elásticos simples.

2 — *Sistema elástico com um grau de liberdade*

Num sistema com um grau de liberdade, só existe um modo possível de vibração. Um sistema nestas condições, é por exemplo, o que se representa na fig. 11, constituído por um peso Q suspenso de uma mola R, na hipótese desta ser desprovida de massa e se deslocar ùnicamente segundo o seu eixo geométrico.

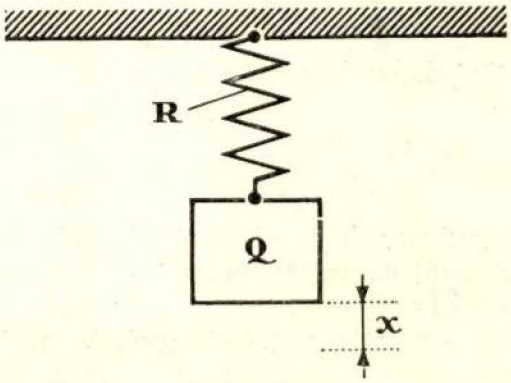


Fig. 11

Note-se que ainda no caso do peso da mola ser desprezável em face do peso Q, podemos

admitir que o sistema tem um só grau de liberdade.

Quando o sistema da fig. 11 é excitado por forças exteriores entra em vibração.

Vamos supor que a mola é perfeitamente elástica.

Seja: k — o coeficiente de elasticidade da mola
x — o deslocamento do peso Q a partir da sua posição de equilíbrio no instante t.

A equação que traduz o equilíbrio dinâmico é a seguinte:

$$M \frac{d^2 x}{dt^2} + k x = o \qquad (1)$$

cuja solução geral é:

$$x = C_1 \cos \sqrt{\frac{K}{M}}\, t + C_2 \operatorname{sen} \sqrt{\frac{K}{M}}\, t \qquad (2)$$

Deduz-se fàcilmente que a pulsação da vibração deste sistema é:

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{M}}$$

e a frequência:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{M}} \qquad (3)$$

A frequência pode determinar-se por um simples ensaio estático.

Com efeito, como a mola suporta o peso Q da massa M, a sua deformação estática é:

$$a_s = \frac{Mg}{K}$$

donde se tira,

$$\frac{K}{M} = \frac{g}{a_s}$$

Substituindo em (3) o valor de $\frac{K}{M}$ vem

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{a_s}} \simeq \frac{5}{\sqrt{a_s}} \qquad (4)$$

Se, por exemplo, a deformação da mola sob a acção de Q é 1 cm, a frequência a que vibra o sistema é f = 5 Hertz.

Chama-se então frequência «própria» ou frequência «natural» do sistema considerado.

Outro exemplo dum sistema com um só grau de liberdade, é o que se apresenta na fig. 12.

Uma barra rígida A B rodando sem atrito em torno dum eixo colocado na extremidade B, está suspensa pela outra extremidade A de uma mola, cuja massa se despreza em face da massa da barra.

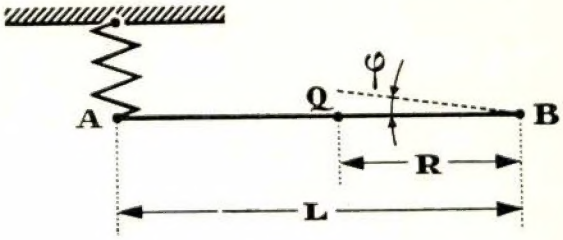


Fig. 12

Seja:

L — o comprimento da barra

I — o seu momento de inércia em relação ao eixo de rotação

φ — o ângulo, suposto sempre muito pequeno, que forma o eixo da barra num instante t com a sua posição de equilíbrio.

A equação do equilíbrio dinâmico das forças em jogo, supondo que não há qualquer perda de energia é:

$$I \frac{d^2 \varphi}{dt^2} + K L^2 \varphi = o \qquad (5)$$

Se por outro lado, existir na barra, à distância R do eixo de rotação, uma massa M, de peso Q, suposta pontual, a equação transformar-se-á em:

$$(I + M R^2) \frac{d^2 \varphi}{dt^2} + K L^2 \varphi = o \qquad (6)$$

Comparando com a equação (1) notamos que se lhe identifica se for:

$$I + M R^2 = M$$
$$K L^2 = K$$
$$\varphi = x$$

Portanto, neste caso da fig. 12, a «frequência própria» do sistema é:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K L^2}{I + M R^2}}$$

Se o peso da barra for desprezável em face do peso Q, o momento de inércia I considerar-se-á nulo e a frequência própria escreve-se:

$$f = \frac{5}{\sqrt{a_s \frac{R}{L}}} \qquad (7)$$

Nesta expressão, a_s representa a deformação estática da mola em A, quando suporta o peso Q por intermédio da barra.

3 — *Amortecimento das vibrações*

Na realidade, qualquer sistema vibratório está sujeito a forças de amortecimento que produzem perda de energia mecânica.

Estas forças podem resultar de causas diversas:

— Atrito entre superfícies sêcas e lisas. A força de atrito é, neste caso, independente da velocidade relativa das duas superfícies a partir do momento em que o movimento é amortecido (curva $F = C$; fig. 13).

— Atrito entre superfícies lubrificadas. A força de atrito é proporcional à velocidade (curva $F = a\,V$; fig. 13).

— Deslocamento dum corpo no seio dum fluido (ar, água, etc.). A força que se opõe ao deslocamento é proporcional à velocidade, sòmente a velocidades reduzidas (curva $F = a\,V$; fig. 13).

— Mas se a velocidade é elevada, a força que se opõe ao deslocamento pode, geralmente, considerar-se proporcional ao quadrado da velocidade (curva $F = a\,V^2$; fig. 13).

— Trabalho molecular do material sujeito a deformação periódica durante a vibração.

A lei de variação da força que produz esse trabalho não se pode exprimir duma forma simples.

Para o estudo dos sistemas vibratórios, reduzem-se geralmente todas as forças de atrito, em jogo, a uma única força fictícia, que se supõe proporcional à velocidade da vibração. A sua grandeza é determinada, de forma que produza a mesma dissipação total de energia, por período.

Portanto, para um estado de vibração de amplitude instantânea x, a força fictícia de amortecimento será dada por:

$$a\frac{dx}{dt}$$

sendo a o coeficiente de amortecimento.

Introduzindo esta parcela na equação (1) vem:

$$M\frac{d^2x}{dt^2} + a\frac{dx}{dt} + kx = o \qquad (7)$$

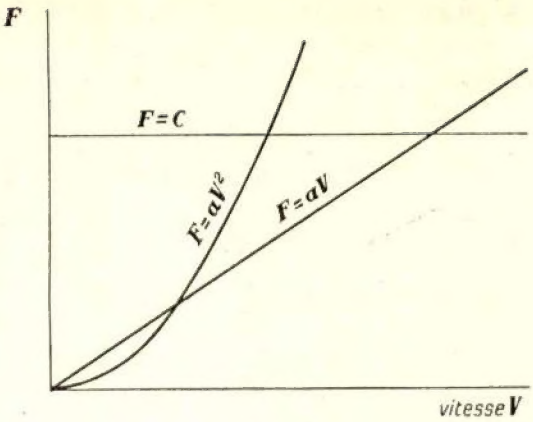


Fig. 13

Façamos $x = ebt$. Virá:

$$ebt\left(b^2 + \frac{a}{M}b + \frac{k}{M}\right) = o \qquad (8)$$

e portanto,

$$b = -\frac{a}{2M} \pm \sqrt{\frac{a^2}{4M^2} - \frac{k}{M}} \qquad (9)$$

Se o radicando for positivo, não há vibração. O sistema afastado da sua posição de equilíbrio estático, retoma-a progressivamente sem oscilação.

Porém, se o radicando for negativo, as duas raízes b_1 e b_2 da equação (8) são imaginárias e as soluções correspondentes de (7) são:

$$x_1 = C_1\,(e^{b_1 t} + e^{b_2 t}) = C_1\,e^{-nt}\cos r\,t$$

$$x_2 = C_2\,(e^{b_1 t} - e^{b_2 t}) = C_2\,e^{-nt}\,\text{sen}\,r\,t$$

nas quais

$$n = \frac{a}{2M} \quad e \quad r = \sqrt{\frac{k}{M} - \frac{a^2}{4M^2}}$$

A solução geral é então:

$$x = e^{-nt}\,(C_1\cos r\,t + C_2\,\text{sen}\,r\,t) \qquad (10)$$

A frequência da vibração é:

$$f = \frac{1}{2M}\sqrt{\frac{k}{M} - \frac{a^2}{4M^2}} \qquad (11)$$

É inferior ao valor $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{M}}$ da frequência dum sistema vibratório sem amortecimento. Mas se o coeficiente de amortecimento *a*, não é

elevado, o que é corrente na prática, a frequência da vibração é sensìvelmente igual à do sistema não amortecido.

4 — *Sistema elástico amortecido, com um grau de liberdade, excitado por uma força sinusóidal*

Seja $f = F \operatorname{sen} \omega t$, esta força.

A equação (7) transforma-se em:

$$M \frac{d^2x}{dt^2} + a \frac{dx}{dt} + k x = F \operatorname{sen} \omega t \qquad (12)$$

Uma solução particular desta equação é:

$$x = A \operatorname{sen} \omega t + B \cos \omega t \qquad (13)$$

Para determinar os valores das constantes A e B, basta substituir em (12) os valores de x, $\frac{dx}{dt}$ e $\frac{d^2x}{dt^2}$ tirados de (13). Achar-se-á então, a solução particular:

$$x = \frac{F \operatorname{sen} (\omega t - \phi)}{\sqrt{\omega^2 a^2 + M^2 \left(\frac{k}{M} - \omega^2\right)^2}} \qquad (14)$$

sendo

$$\operatorname{tg} \phi = \frac{a}{\frac{k}{\omega} - \omega M} \qquad (15)$$

O valor de x dado por (14), é a amplitude da vibração forçada, que subsiste, quando a força excitadora $f = F \operatorname{sen} \omega t$ se aplica ao sistema vibratório.

Quando o sistema começa a vibrar, a vibração natural amortecida, de amplitude dada pela expressão (10), soma-se à vibração forçada.

Esta vibração natural cessa tanto mais ràpidamente, quanto maior é o amortecimento e reaparece instantâneamente em caso de modificação do regime de excitação forçada.

Notas:

a) Na expressão (14) da amplitude x duma vibração forçada, a segunda parcela do radicando em denominador é:

$$M^2 \left(\frac{k}{M} - \omega^2\right)^2$$

Ora, a não ser em casos pràticamente raros, dum amortecimento muito intenso, a pulsação própria do sistema é sensìvelmente igual a:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

Podemos portanto substituir este valor em (14) e escrever:

$$x = \frac{F \operatorname{sen} (\omega t - \phi)}{\sqrt{\omega^2 a^2 + M^2 (\omega_0^2 - \omega^2)^2}} \qquad (16)$$

A figura 14 mostra, a traço interrompido, a curva do máximo X da amplitude x em função do cociente $\frac{\omega}{\omega_0}$.

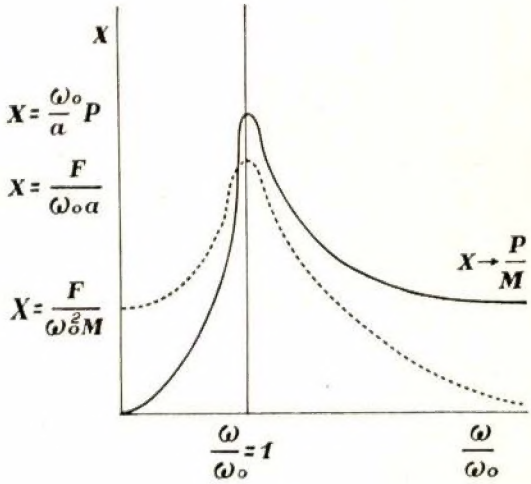


Fig. 14

Mas se a força excitadora F é proporcional ao quadrado de ω, como é o caso das forças centrífugas, podemos escrever $F = \omega^2 P$.

A expressão da amplitude x será neste caso:

$$x = \frac{P \operatorname{sen} (\omega t - \phi)}{\sqrt{\frac{a^2}{\omega^2} + M^2 \left(\frac{\omega_0^2}{\omega^2} - 1\right)^2}} \qquad (17)$$

A curva que representa o máximo X de x em função do cociente $\frac{\omega}{\omega_0}$ quando a força excitadora da vibração é uma força centrífuga, está figurada a cheio na mesma figura 14.

Nota-se que X cresce ràpidamente de zero até ao máximo de ressonância, $\frac{\omega_0 P}{a}$, quando $\frac{\omega}{\omega_0}$ cresce de zero à unidade.

Em seguida para valores crescentes da razão $\frac{\omega}{\omega_0}$, X decresce, primeiro ràpidamente e depois mais lentamente.

Para valores cada vez mais elevados de $\frac{\omega}{\omega_0}$ a amplitude máxima X tende a estabilizar-se no valor $\frac{P}{M}$.

O máximo da curva é tanto mais reduzido e as variações de X em função de $\frac{\omega}{\omega_0}$ são tanto mais diminutas, quanto maior é o coeficiente de amortecimento.

O ângulo ϕ traduz o atrazo do vector representativo da amplitude da vibração, em relação ao vector representativo da força excitadora.

A expressão

$$\operatorname{tg}\phi = \frac{a}{\frac{K}{\omega} - \omega M}$$

pode igualmente escrever-se:

$$\operatorname{tg}\phi = \frac{\omega a}{M\left(\frac{\omega_0^2}{\omega^2} - 1\right)} \qquad (18)$$

A variação do ângulo ϕ em função de ω, ou o que é o mesmo, em função de $\frac{\omega}{\omega_0}$ é muito importante.

Como mostra a curva da figura 15:

$\phi = 0$, portanto $\operatorname{tg}\phi = 0$ para $\frac{\omega}{\omega_0} = 0$

$\phi = \frac{\pi}{2}$, portanto $\operatorname{tg}\phi = \infty$ para $\frac{\omega}{\omega_0} = 1$ (ressonância)

$\phi = \pi$, portanto $\operatorname{tg}\phi = 0$ para $\frac{\omega}{\omega_0} = \infty$

5 — *Significado do ângulo ϕ*

Quando a força excitadora é F sen ωt, a amplitude instantânea x, é como vimos:

$$x = \frac{F \operatorname{sen}(\omega t - \phi)}{\sqrt{\omega^2 a^2 + M^2 (\omega_0^2 - \omega^2)^2}}$$

Em virtude do ângulo ϕ o máximo de x está em atrazo em relação ao máximo da força excitadora dum tempo igual a $\frac{\phi}{\omega}$.

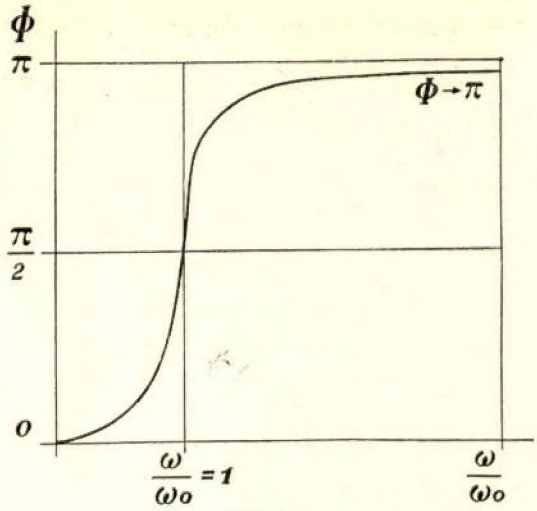


Fig. 15

O vector rotativo F, representativo da força perturbadora está pois decalado em avanço (segundo o sentido de rotação convencional adoptado para a representação vectorial) de um ângulo ϕ, sobre o vector X representativo da amplitude da vibração (fig. 16).

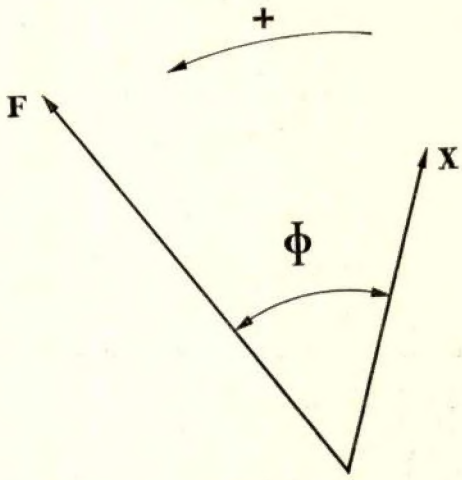


Fig. 16

Consideremos um disco (fig. 17 a, b e c) cujo eixo está montado num sistema elástico, que lhe permite deslocamentos ùnicamente no plano de traço UU'.

A velocidade angular crítica ou de ressonância do conjunto é ω_0.

Suponhamos que o disco apresenta um desequilíbrio segundo o raio OM. Seja P a força centrífuga que dele resulta e que é portanto a força causadora da vibração.

No instante em que, num dado regime $\frac{\omega}{\omega_0}$, a amplitude da vibração é máxima (isto é, o vector X da amplitude passa pelo plano de traço UU') a força P, após ter passado por esse plano, encontra-se em avanço do ângulo ϕ sobre o vector amplitude X.

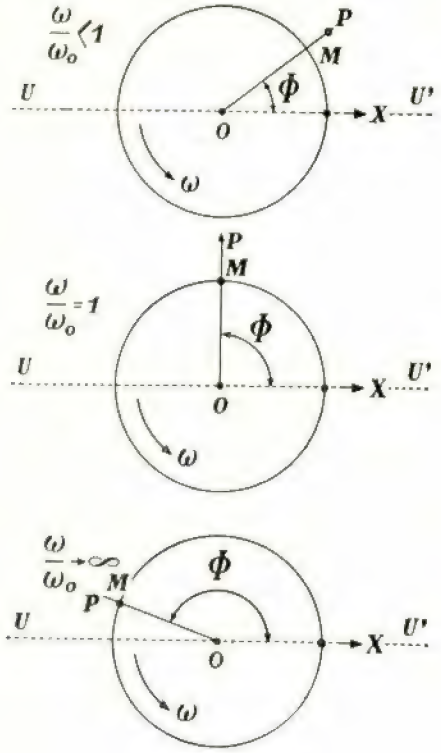


Fig. 17

Se a velocidade angular ω do disco é pequena em relação a ω_0 para a qual o sistema elástico entra em ressonância, o ângulo ϕ é pequeno (fig. 17 a).

Se a velocidade angular ω é igual a ω_0, o sistema entra em ressonância, e a força P faz um ângulo de 90° (em avanço, no sentido de rotação do disco) com o vector amplitude (fig. 17 b).

Por outras palavras, no instante em que o deslocamento do disco no plano UU' é máximo, a força perturbadora P é perpendicular a esse plano.

Por último, se a velocidade angular aumenta, tornando-se muito superior à velocidade crítica ω_0, o ângulo ϕ tende para 180° (fig. 17 c).

Estamos então na presença do caso paradoxal em que o deslocamento do eixo de rotação do disco no plano UU' se faz na direcção oposta à da força causadora da vibração.

O disco tende neste caso a rodar não em torno do seu centro O, isto é, do seu eixo de construção, mas em torno do seu centro de inércia situado no raio OM a uma certa distância de O.

6 — *Sistemas elásticos com diversos graus de liberdade*

Embora seja possível realizar aproximadamente sistemas materiais com um só grau de liberdade, por exemplo na construção de bancos de equilibragem dinâmica, a maior parte das construções mecânicas usadas actualmente são sistemas com um grande número de graus de liberdade. Cada elemento considerado isoladamente, tem a sua frequência própria, que difere duns para os outros.

Todos os elementos estão mecânicamente reunidos, por ligações elásticas ou relativamente rígidas. As frequências próprias de cada um influenciam de diferente maneira as dos restantes.

A forma da curva de vibração forçada em função do tempo, dum sistema com vários graus de liberdade, pode igualmente ser afectada pelas características de frequência dos seus elementos constituintes.

Por exemplo, a curva de vibração produzida por um rotor que apresente um determinado desequilíbrio, poderá ser aproximadamente sinusóidal se as chumaceiras de apoio, forem fixadas rìgidamente a uma fundação de massa muito grande em face das do rotor e chumaceiras.

Por outro lado, observa-se muitas vezes que a frequência é baixa quando as chumaceiras estão fixadas a um chão relativamente elástico.

Também neste caso, a amplitude das vibrações de frequência correspondente à velocidade de rotação medida nas chumaceiras, será inferior à do caso precedente.

As condições de instalação duma máquina, como acabámos de ver, podem influenciar o seu comportamento.

7 — *Sistema elástico não linear*

Nas equações das vibrações naturais ou forçadas, estabelecidas anteriormente, suposemos que os coeficientes M, k e a, eram constantes.

Contudo, há muitos casos em que a constante elástica k, ou o coeficiente de amortecimento a, ou ainda os dois simultâneamente não conservam o mesmo valor em cada instante dum período da vibração.

Consideremos, por exemplo, o caso em que o módulo de elasticidade do elemento deformável varia com a grandeza da amplitude instantânea da vibração; ou ainda o caso, de o amortecimento não ser proporcional à velocidade.

É evidente, que nestes dois casos, as vibrações não são sinusóidais.

Passar-se-á o mesmo se, por razões construtivas do sistema, a força excitadora do elemento deformável for variável em cada período da vibração.

Um caso nestas condições é, por exemplo, aquele em que existe uma folga entre o órgão causador da vibração forçada e o elemento elástico sobre o qual exerce a sua acção de sentido contrário em dois meios períodos sucessivos.

8 — *Notas sobre a deformação das curvas de vibração*

Qualquer que seja a razão da deformação duma curva de vibração forçada, é fácil de ver que a referida deformação, em muitos casos, não se torna bem nítida senão quando a força perturbadora é relativamente pequena, por exemplo no fim duma equilibragem, após terem sido fortemente reduzidos os desequilíbrios em jogo.

Por este motivo, na realização dum banco de equilibragem, é necessário aproximarmo-nos, tanto quanto possível, do caso dum sistema com um grau de liberdade e de característica linear.

CAPÍTULO III

Os Métodos de Equilibragem Dinâmica

1 — *Bases gerais dos métodos racionais de equilibragem dinâmica*

No capítulo precedente, examinámos as relações entre a amplitude máxima duma vibração forçada e a sua força causadora.

O conhecimento dessas relações deveria permitir, em princípio, calcular directamente as forças centrífugas desenvolvidas na rotação dum rotor desequilibrado, a partir da amplitude das vibrações produzidas e das características das chumaceiras de apoio.

Mas desconhecemos geralmente essas características e a sua determinação pelo cálculo seria quase sempre muito difícil e demasiado grosseira.

Por este motivo, procedemos sempre por comparação, isto é, a um desequilíbrio desconhecido somamos um desequilíbrio provisório que conhecemos.

Da comparação das vibrações medidas antes e depois da criação do desequilíbrio provisório suplementar, deduz-se a amplitude da vibração que aquele produziria isoladamente.

Tira-se imediatamente, para este caso particular, a relação entre a amplitude máxima duma vibração e o desequilíbrio que a provocou.

Admite-se, à priori, que esta amplitude é proporcional à força perturbadora.

Esta hipótese é admissível, porque mesmo no caso de não se verificar rigorosamente, conduz-nos a resultados suficientemente aproximados cuja média obtida por repetição de operações é aceitável.

Conhecendo portanto a relação entre a amplitude máxima duma vibração e o desequilíbrio correspondente, é fácil determinar o desequilíbrio a provocar definitivamente, para compensar o desequilíbrio inicial.

Como fizemos notar no capítulo I («Técnica», n.º 246, págs. 93 e 94) o desequilíbrio simples, suposto concentrado num dos dois planos de correcção, exprime-se, na prática, pelo peso duma massa situada nesse plano a uma distância qualquer do centro de rotação, mas considerado constante durante todas as operações duma equilibragem.

Esta distância pode, por outro lado, diferir para cada um dos planos de correcção.

É evidente, que para determinar as massas de correcção a instalar, é preciso actuar, sucessivamente, nos dois planos de correcção, para a determinação experimental da relação:

$$\frac{\text{amplitude máxima da vibração}}{\text{peso da massa de ensaio correspondente}}$$

Torna-se também evidente, que desconhecendo antes de tudo a posição (isto é, o raio ou o plano meridiano) onde se encontra o desequilíbrio a corrigir em cada plano de correcção, não se poderão colocar as massas de ensaio em posições tais que o seu efeito se some aritmèticamente àquele desequilíbrio.

Na maioria dos casos, a posição escolhida não existirá no plano meridiano (ou raio) contendo o desequilíbrio a corrigir.

Consequentemente, os efeitos dos dois desequilíbrios não se somam aritmèticamente mas geomètricamente.

É necessário não só medir as amplitudes máximas das vibrações antes e depois da colocação duma massa de ensaio num plano de correcção, como também, medir o ângulo que faz a resultante das forças centrífugas devidas a cada um dos dois desequilíbrios com a força centrífuga devida ùnicamente ao desequilíbrio inicial.

Note-se que durante a equilibragem, um rotor gira a velocidade constante, e portanto aquele ângulo é igual à desfasagem das duas vibrações correspondentes.

Para concretizar o que se disse, consideremos (fig. 18) o caso dum disco delgado N que possue no raio OA um desequilíbrio constituído, por exemplo, por uma massa de peso P_o à distância r do eixo de rotação, que se supõe apoiado em duas chumaceiras assentes em molas.

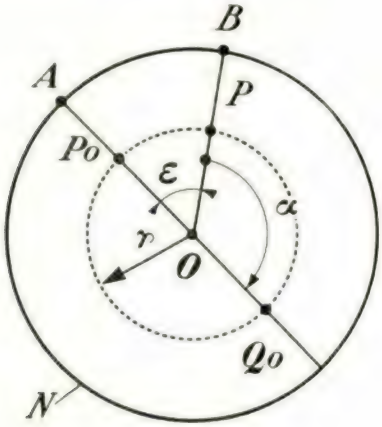


Fig. 18

Suponhamos que desconhecemos as características desse desequilíbrio e que para as determinar, colocávamos no raio OB e a uma distância r do eixo de rotação, uma massa provisória de peso P.

A amplitude máxima da vibração inicial, isto é, devida exclusivamente a P_o, é a_o (fig. 19).

A amplitude máxima da vibração resultante dos dois desequilíbrios é $a_{r'}$ cujo vector está decalado dum ângulo β em relação ao vector a.

Deduz-se imediatamente, destes vectores, a grandeza e a posição do vector a_p correspondente ùnicamente à massa provisória P.

Então, é possível calcular a relação

$$\frac{\text{amplitude máxima duma vibração}}{\text{peso da massa causadora da vibração}}$$

Esta relação é, com efeito, igual a $\frac{a_p}{P}$.

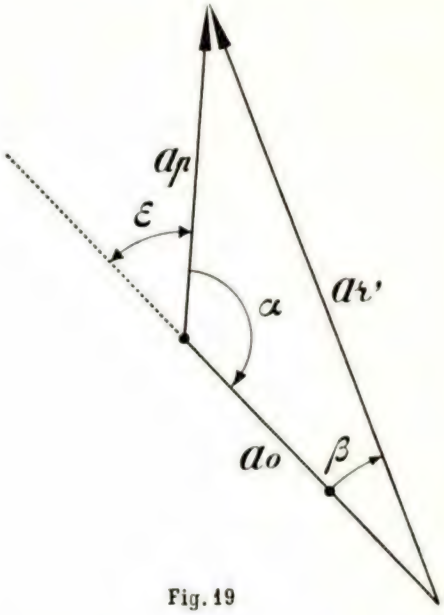


Fig. 19

Da figura 19 tira-se também o ângulo ε formado pelos vectores a_o e a_p, o mesmo que formam no disco os raios OB (conhecido) e OA (desconhecido).

Portanto, a posição do raio OA pode determinar-se imediatamente, medindo (no sentido convencional) o ângulo ε a partir do raio OB no qual se colocou a massa provisória que depois se retirará.

Na prática da equilibragem não se determina a posição do desequilíbrio (ou seja, o raio OA) mas sim a posição simètricamente oposta Q_o onde a massa definitiva de compensação deve ser instalada.

É por isso que se determina directamente o ângulo α (fig. 19) de que é preciso rodar o vector a_p para o colocar em oposição com o vector a_o.

Por outras palavras, procura-se o ângulo α de que é preciso fazer rodar (no sentido convencional) o raio OB sobre o qual se situa a massa provisória para o colocar em oposição com o raio OA do desequilíbrio a corrigir.

Notas

Para não sobrecarregar o texto, designaremos, doravante por «amplitude» duma vibração a sua amplitude máxima.

Como as amplitudes das vibrações a considerar são proporcionais às forças centrífugas que as ocasionam e estão desfasadas em relação àquelas dum mesmo ângulo, os vectores (amplitude) das vibrações, podem representar noutra escala a definir, os vectores «força».

Podem ainda representar os vectores «desequilíbrio» ou «peso» das massas correspondentes aos desequilíbrios.

2 — *Método de equilibragem*

a) *Com centro de oscilações forçadas*

Há pouco considerámos o caso dum disco delgado N apresentando um desequilíbrio P_0 e tendo o eixo de rotação apoiado em duas chumaceiras assentes em molas.

Sob a influência da força centrífuga devida a P_0 durante a rotação do disco N, as duas chumaceiras vibram tanto mais violentamente quanto mais intensa é aquela força.

Vimos como por intermédio duma massa de ensaio colocada provisòriamente num ponto qualquer do disco, é fácil deduzir da comparação do vector «amplitude» inicial, com o vector modificado pela presença daquela massa, o peso e a posição da massa definitiva de correcção.

No caso geral, não dum disco delgado, mas dum rotor de maior ou menor comprimento, tínhamos dito que era preciso proceder, sucessivamente, à determinação dos desequilíbrios supostos concentrados em cada um dos dois planos de correcção.

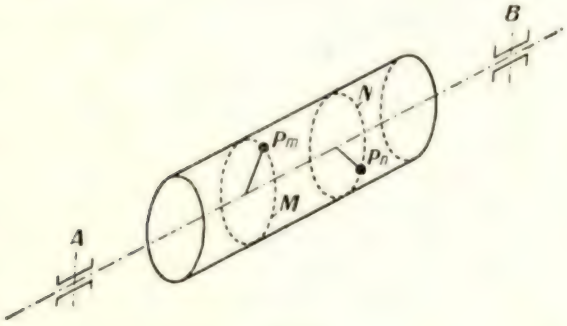


Fig. 20

Se fizéssemos rodar um rotor (fig. 20) cujo eixo de rotação se apoia em duas chumaceiras A e B, as vibrações transmitidas àquelas são, evidentemente, devidas à acção combinada das forças centrífugas produzidas pelos desequilíbrios P_m e P_n supostos concentrados nos dois planos de correcção M e N.

É impossível determinar, a priori, a influência de cada um destes dois desequilíbrios, na produção das vibrações observadas em cada uma das duas chumaceiras. Veremos mais tarde que um método relativamente recente, permite em princípio, resolver este caso, quaisquer que sejam as características, idênticas ou distintas, das duas chumaceiras.

Para obter numa das duas chumaceiras, vibrações ùnicamente devidas a um dos dois desequilíbrios, é necessário anular a acção do outro.

Só se consegue este resultado impedindo a vibração do eixo de rotação no ponto K (fig. 21) intersecção daquele eixo, por exemplo, com o plano de correcção M contendo o desiquilíbrio P_m cuja acção é preciso anular.

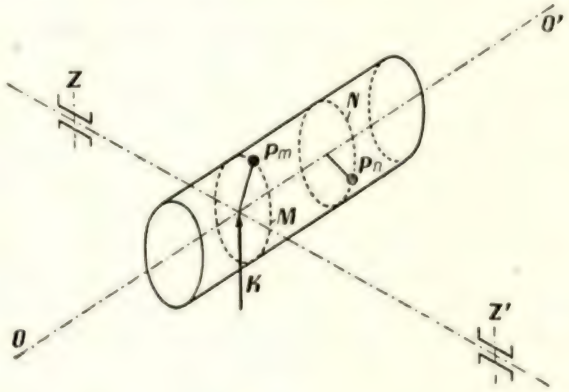


Fig. 21

Isto, leva-nos a criar um eixo ZZ' de oscilação, cortando ortogonalmente, no ponto K, o eixo de rotação OO' do rotor.

O eixo de oscilação ZZ' deve, evidentemente, ser mantido rìgidamente e as suas chumaceiras devem fixar-se a uma massa suficientemente grande para que possa resistir, pràticamente sem deslocamento, às forças que a solicitam.

Na prática, o dispositivo apresenta-se, geralmente (fig. 22), sob a forma dum berço com as duas chumaceiras A e B, e oscilando em torno do eixo ZZ'. Este eixo pode ser vertical ou horizontal.

O berço está provido dum sistema elástico cujas características são tais que a pulsação ω_0 do berço é muito inferior à velocidade angular ω do rotor.

As oscilações do berço são, como é evidente, devidas exclusivamente à acção do desequilíbrio P_m suposto concentrado no plano situado do lado oposto ao eixo de oscilações.

A massa de correcção definitiva deste desequilíbrio pode então, determinar-se pela maneira muito simples descrita no Cap. III § 1.

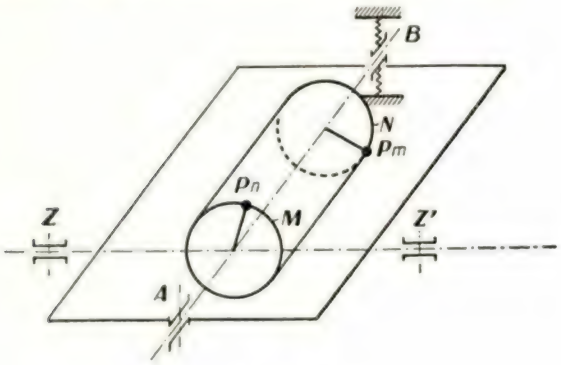


Fig. 22

Para determinar igualmente a massa de correcção do desequilíbrio P_n no plano N, é necessário deslocar o eixo de oscilações ZZ', de modo a fazê-lo passar agora pelo plano de correcção N.

O método de equilibragem em banco de berço oscilante é tentador pela simplicidade de operações. Mas, nas realizações esquemàticamente representadas, este banco é muito difícil de adaptar às formas diversas de rotores que podemos querer equilibrar.

Para mais, as massas que o rotor arrasta no seu movimento de vibração são, relativamente importantes, o que pode reduzir a sensibilidade das medições.

Este inconveniente não existe quando se faz passar o eixo de oscilação, não por um dos planos de correcção, mas por uma das chumaceiras de apoio.

Em contrapartida, a determinação das massas de correcção é agora um pouco menos simples.

Para fazer passar o eixo de oscilação por uma das chumaceiras, a chumaceira A por exemplo, basta fixá-la de modo que seja tão rígida e estável quanto possível, permitindo a oscilação do eixo de rotação num plano horizontal ou vertical. A outra chumaceira B, pode agora, pelo contrário, vibrar livremente (fig. 23) e as características das molas R são tais que a pulsação própria ω_0 do sistema vibrante, é muito inferior à velocidade angular ω da peça a equilibrar.

É evidente que, no caso dum banco de equilibragem de chumaceiras elásticas, as vibrações da chumaceira B não fixada, são influenciadas por sua vez, mas em proporções diferentes e determináveis, pelos desequilíbrios supostos concentrados nos dois planos de correcção M e N.

Como veremos adiante (equilibragem em banco de chumaceiras elásticas), determinam-se,

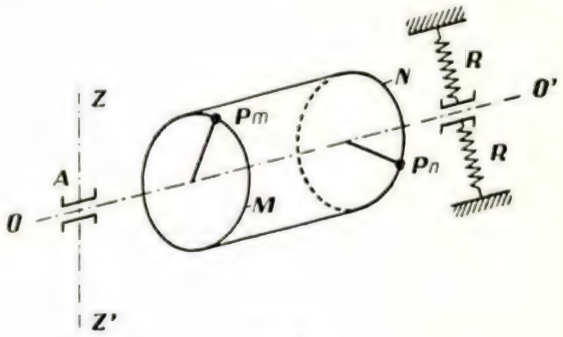


Fig. 23

como no caso do banco de berço oscilante, as massas de correcção P'_{oa} e P'_{ob} que anulam as vibrações nas chumaceiras não fixadas.

Mas estas massas assim determinadas não são as massas definitivas de correcção, porque quando ambas as chumaceiras podem vibrar livremente o centro de oscilação do rotor não coincide com nenhuma das chumaceiras, mas situa-se num ponto indeterminado do eixo de rotação.

É contudo, possível deduzir fàcilmente o valor dos pesos e a posição das massas de correcção definitivas em função de P'_{oa} e P'_{ob}.

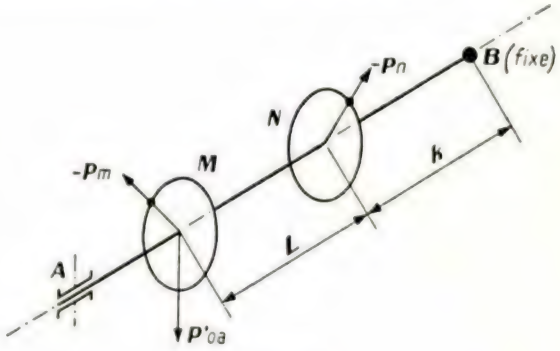


Fig. 24

Com efeito, seja P_m e P_n as massas de correcção definitivas a colocar respectivamente nos planos M e N e chamemos P_m e P_n os desequilíbrios a corrigir (figuras 24 e 25).

1. Estando imobilizada a chumaceira B e podendo vibrar a chumaceira A, determinou-se a massa P'_{oa} que, colocada no plano de correcção M reduz, em princípio, a zero as vibrações da chumaceira A.

O equilíbrio das forças centrífugas proporcionais respectivamente a P'_{oa}, P_m e P_n permite escrever a equação vectorial dos momentos:

$$P'_{oa}\,(L+K)-P_m\,(L+K)-P_n\,K=0 \qquad (1)$$

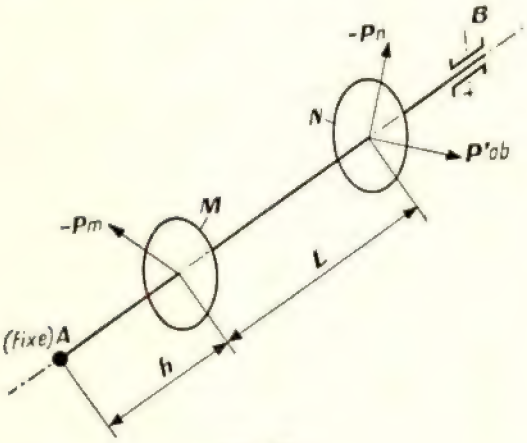


Fig. 25

2. Estando imobilizada a chumaceira A e podendo vibrar a chumaceira B, temos igualmente determinada a massa P'_{ob} que, colocada no plano de correcção N reduz, em princípio, a zero as vibrações da chumaceira B.

O equilíbrio das forças centrífugas proporcionais respectivamente a P'_{ob}, P_m e P_n permite escrever a equação vectorial dos momentos:

$$P'_{ob}\,(L+h)-P_m\,h-P_n\,(L+h)=0 \qquad (2)$$

Das equações (1) e (2), tiram-se os valores desejados de P_m e P_n:

$$P_m=\frac{P'_{oa}\,(L+h)\,(L+k)-P'_{ob}\,(L+h)\,k}{(L+h)\,(L+k)-h\,k}$$

$$=\frac{P'_{oa}\,(L+h)\,(L+k)-P'_{ob}\,(L+h)\,k}{(h+L+k)\,L} \qquad (3)$$

$$P_n=\frac{P'_{ob}\,(L+h)\,(L+k)-P'_{oa}\,(L+k)\,h}{(L+h)\,(L+k)-h\,k}$$

$$=\frac{P'_{ob}\,(L+h)\,(L+k)-P'_{oa}\,(L+k)\,h}{(h+L+k)\,L} \qquad (4)$$

Façamos:

$$D=(L+k)\,(L+h)$$
$$A=h+L+k$$
$$C=(L+h)\,k$$
$$E=(L+k)\,h$$

Podemos escrever (3) e (4) como segue:

$$P_m=\frac{D}{A}\,P'_{oa}-\frac{C}{A}\,P'_{ob}$$

$$P_n=\frac{D}{A}\,P'_{ob}-\frac{E}{A}\,P'_{oa}$$

b) *Com centro de oscilações livres*

Quando o eixo da peça a equilibrar é suportado por duas chumaceias P_a e P_b (fig. 26) de constantes elásticas quaisquer, a posição do centro de oscilações é indeterminada. É então impossível como dissemos atrás, determinar a influência na vibração das chumaceiras, de cada um dos desequilíbrios P_m e P_n concentrados respectivamente, por hipótese nos dois planos *a* e *b* de correcção escolhidos.

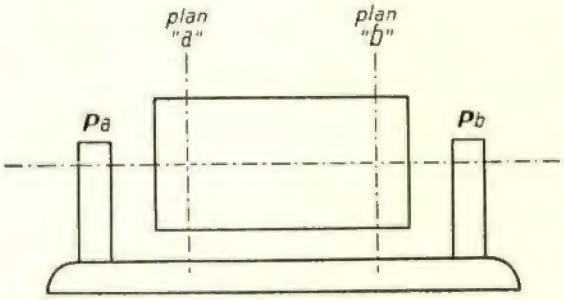


Fig. 26

Todavia, um engenheiro americano, E. L. Thearle, concebeu um método para determinar, neste caso, as massas de correcção definitivas. Este método baseia-se nas seguintes hipóteses:

1. A grandeza do vector «amplitude» da vibração medida nas chumaceiras P_a e P_b e devida ùnicamente a um dos desequilíbrios P_m ou P_n situados nos planos *a* e *b*, é proporcional a esse desequilíbrio.
2. Todo o deslocamento angular de um dos desequilíbrios P_m ou P_n em qualquer dos sentidos, provoca um deslocamento angu-

lar idêntico do vector «vibração» daquele desequilíbrio.

Chamemos:

A_o ao vector da vibração verificada na chumaceira P_a, B_o ao vector da vibração verificada na chumaceira P_b.

Coloquemos agora uma massa de experiência no plano de correcção *a* e efectuemos uma nova medição em cada uma das chumaceiras P_a e P_b.

Os vectores «amplitude» que verificarmos, serão modificados pela presença da massa de experiência colocada no plano *a*.

Do vector revelado na chumaceira P_a, visto que conhecemos A_o, será possível deduzir com facilidade o vector A devido ùnicamente à acção daquela massa de ensaio sobre a vibração da referida chumaceira.

Do mesmo modo, do vector revelado na chumaceira P_b e do vector conhecido B_o, deduzir-se-á com facilidade, o vector αA devido ùnicamente à acção da mesma massa sobre a vibração da referida chumaceira.

α é um operador que modifica simultâneamente o módulo e a direcção do vector A.

Uma vez retirada a massa de ensaio do plano M, coloquemo-la agora no plano b e verifiquemos de novo os vectores «amplitude» das vibrações nas chumaceiras P_a e P_b.

Como anteriormente, deduziremos destes vectores e dos vectores A_o e B_o inicialmente revelados, o vector B devido ùnicamente à acção sobre a chumaceira P_b da massa de ensaio no plano b.

Anàlogamente, deduziremos o vector βB devido ùnicamente à acção sobre a chumaceira P_a daquela massa de ensaio.

Suponhamos então o problema resolvido:

Colocámos em cada um dos dois planos de correcção, as massas definitivas de compensação, reduzindo a zero a amplitude das vibrações nas duas chumaceiras.

O vector «amplitude» da vibração na chumaceira P_a, devido à massa definitiva colocada no plano *a*, pode escrever-se θA.

O operador θ tem em conta a relação de peso da massa definitiva e da massa provisória que foi colocada naquele plano à mesma distância do eixo de rotação. Do mesmo modo, entra em consideração com a decalagem angular da posição da massa definitiva em relação à massa provisória.

O vector amplitude da vibração na chumaceira P_b, devida à mesma massa definitiva, será evidentemente $\theta \alpha A$.

Podemos, igualmente, escrever que o vector «amplitude» da vibração na chumaceira P_b, devida à massa de correcção definitiva no plano *b*, é igual a φB.

E, finalmente, dizer que o vector «amplitude» da vibração na chumaceira P_a devida à mesma massa, é igual a $\varphi \beta B$.

O operador φ tem o mesmo significado de θ.

Podemos então escrever as duas equações simbólicas que traduzem o estado de equilíbrio dos vectores:

para a chumaceira P_a $\quad A_o + \theta A + \varphi \beta B = 0$ (1)

para a chumaceira P_b $\quad B_o + \theta \alpha A + \varphi B = 0$ (2)

Resolvendo estas equações, encontramos:

$$\theta = \frac{\beta B_o - A_o}{(1 - \alpha\beta)\ A} \qquad (3)$$

$$\varphi = \frac{\alpha A_o - B_o}{(1 - \alpha\beta)\ B} \qquad (4)$$

Os cálculos a efectuar para passar destes valores simbólicos aos valores reais, são bastante trabalhosos.

Existe um processo de resolução gráfica muito simples das equações (1) e (2) que permite determinar directamente as massas de correcção.

O método de equilibragem considerado, permite, em princípio, equilibrar máquinas instaladas e prontas a trabalhar, contanto que, como é evidente, os dois planos de correcção estejam ou possam tornar-se acessíveis.

É um método extremamente tentador, porque o tempo necessário ao desenho do diagrama a fim de determinar as massas de correcção e a sua posição é em média meia hora, duração reduzida em confronto com a que exigiria a desmontagem, o transporte e a montagem do rotor.

É também muito interessante a aplicação deste método quando se pretende equilibrar na oficina, grandes rotores para os quais a construção dum banco de equilibragem normal de chumaceiras elásticas seria dum custo proibitivo.

Com efeito, podemo-nos contentar em montar esses rotores sobre duas chumaceiras normais independentes cujo afastamento é ajustável.

Há, evidentemente, interesse neste caso de que as chumaceiras não estejam muito justas, de modo a aumentar a sensibilidade da medição e a precisão da equilibragem.

Deve dizer-se que, qualquer que seja o método de equilibragem utilizado, devem reduzir-se ao mínimo, as vibrações perturbadoras provenientes doutras máquinas situadas na vizinhança, e particularmente as que possam ser produzidas pelo motor ligado ao rotor.

CAPÍTULO IV

A Prática da Equilibragem Dinâmica

Aparelhos de medida necessários:

Qualquer que seja o método de equilibragem descrito que se aplique, é preciso poder determinar, em grandeza, direcção e sentido cada um dos vectores «amplitude» de vibração existentes.

Portanto é preciso poder medir:

a) a amplitude duma vibração
b) a posição angular do rotor correspondente a um ponto determinado da vibração, (por exemplo um máximo).

Para efectuar estas medidas, «Philips» criou um aparelho electrónico que, além da sua extrema sensibilidade, tem a grande vantagem de ser utilizável em todos os casos, quer em banco de equilibragem ou máquina já instalada, ou ainda para controle de vibrações em qualquer sítio.

Este facto, é muito importante porque é preciso não perder de vista que as vibrações nem sempre são devidas exclusivamente a uma assimetria na repartição da massa em torno do eixo do rotor.

Há muitos casos de vibração provocados por uniões mal centradas, chumaceiras mal alinhadas ou em mau estado, reacção magnética ou aerodinâmica, etc.

O funcionamento duma máquina, mesmo bem equilibrada, pode ser a causa inesperada de vibrações exageradas se, na sua vizinhança, se encontrarem peças cuja frequência natural seja semelhante da que é devida ao seu fraco desequilíbrio residual.

O aparelho considerado pode evidenciar as diferentes causas de vibrações.

Nas oficinas de construção de máquinas rotativas, permite também determinar em serviço, as velocidades críticas dos rotores, as frequências próprias das chumaceiras e doutros orgãos.

O equipamento electrónico «Philips» de equilibragem dinâmica mais corrente é constituido por:

a) Um captador ou detector de vibrações, tipo GM 5520 (PR 9260) de sistema sísmico.

A figura 27 mostra o princípio deste aparelho:

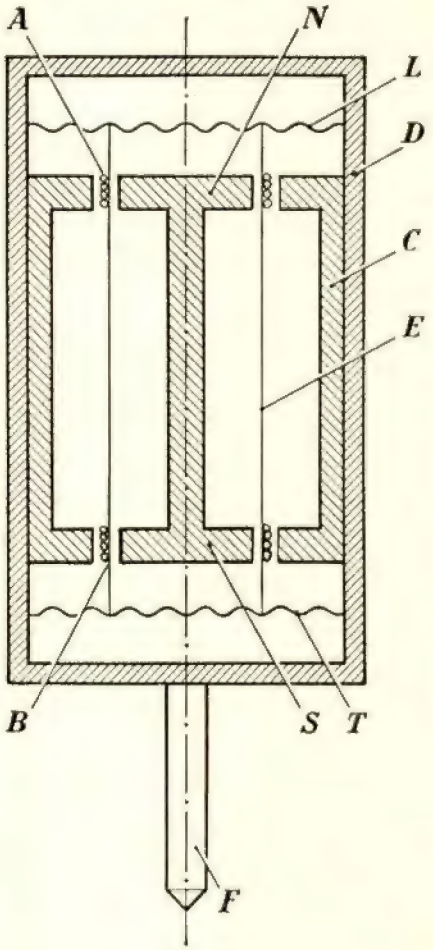


Fig. 27

NS é um forte íman permanente rodeado por uma peça cilíndrica C de aço macio solidário com aquele.

O conjunto está encerrado numa caixa D munida duma ponta F amovível ou dum dispositivo que permite fixar o captador ao orgão cuja vibração se pretende medir.

Um envólucro E não magnético, que se fixa pelas suas extremidades à caixa D por meio das membranas elásticas L e T.

Neste envólucro existem os enrolamentos cilín-

dricos A e B que se situam respectivamente nos entre-ferros dos polos N e S, estando o enrolamento B em curto-circuito.

Quando o captador se apoia pela ponta F num orgão em vibração ou quando se lhe torna solidário por meio dum dispositivo de fixação previsto para esse efeito, o envólucro móvel E e portanto os seus enrolamentos A e B ficam pràticamente imóveis no espaço.

O campo magnético produzido pelo íman NS desloca-se em relação aos enrolamentos.

Como dentro dos limites desses deslocamentos, geralmente muito inferiores a um milímetro para cada um dos lados da posição média, o campo magnético é uniforme, a tensão induzida E sen ωt nas bobinas A e B, é proporcional à velocidade do deslocamento, ou seja, à velocidade $\frac{da}{dt}$ da vibração.

Para obter uma curva que reproduza a amplitude «a» instantânea da própria vibração, é necessário fazer a integração da tensão E sen ωt.

A integração faz-se de forma muito simples, aplicando a tensão originada no captador de vibrações aos extremos dum circuito (fig. 28) constituido por uma resistência de grande valor óhmico em série com um condensador C cuja reactância de capacidade $\frac{1}{\omega C}$ para a frequência da vibração é relativamente muito pequena.

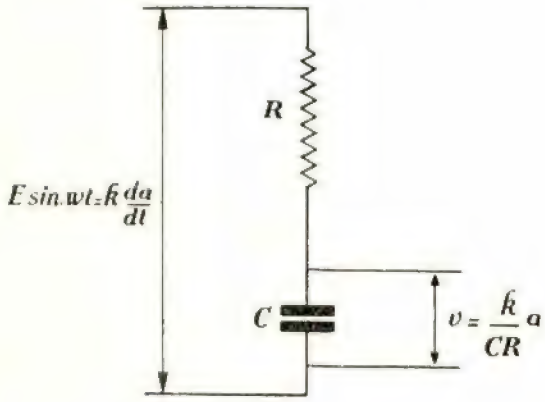


Fig. 28

A corrente que percorre o circuito é portanto com muita aproximação igual a:

$$i = \frac{E \text{ sen } \omega t}{R}$$

Por conseguinte, a tensão aos terminais do condensador é:

$$V = \frac{1}{C} \int \frac{E \text{ sen } \omega t}{R} \, dt$$

e por ser

$$E \text{ sen } \omega t = k \frac{da}{dt} \quad (k = \text{constante})$$

teremos:

$$V = \frac{k}{CR} \int \frac{da}{dt} \, dt = \frac{k}{CR} \, a$$

A tensão V é, como se conclui, sensìvelmente proporcional à amplitude *a*, e é por isso que chamamos àquela a tensão imagem da vibração.

A imobilidade do envólucro E no espaço só está assegurada quando a frequência da vibração medida, for muito superior à frequência própria do envólucro, a qual anda à volta de 12 Hertz.

Contudo, graças ao amortecimento semi-crítico obtido pelo efeito do enrolamento B em curto-circuito, as medições são muito pouco afectadas pela frequência própria.

Para medições mais rigorosas, fornece-se uma curva de correcção para cada captador, o que permite achar as correcções necessárias para as medidas efectuadas a partir da frequência de 6 Hertz.

O captador é construido por forma que para as frequências superiores a 12 a 15 Hertz, a tensão imagem da vibração é de 1 milivolt eficaz por cada micron de amplitude.

b) Uma caixa de aferição GM 5522 (PR 9250)

Esta caixa contém, principalmente, o circuito integrador da figura 28, e uma pilha de tensão regulável aferida em microns, que permite, por comparação, deduzir imediatamente da tensão imagem duma vibração, a amplitude daquela. Esta caixa possui o comutador necessário para efectuar, fàcilmente, as medidas comparativas.

c) um oscilógrafo de raio electrónico GM 3156

Este oscilógrafo tem como característica fundamental a sua grande sensibilidade. Com efeito, para a sua sensibilidade máxima, basta uma tensão de 1 milivolt eficaz para obter no mostrador do oscilógrafo, um desvio de 1 cm de altura total.

Por conseguinte, este desvio é obtido no caso da medição duma vibração com mais de 12 Hertz com uma amplitude de 1 micron.

A gama de frequências das tensões alternadas que se podem observar por meio deste aparelho, vai de menos de um período a 40.000 Hertz.

d) Um indicador de posição angular GM 5670 (PR 9280)

Este aparelho é essencialmente constituído (fig. 29) por um pequeno cilindro oco T montado no veio acoplado ao rotor que se pretende equilibrar.

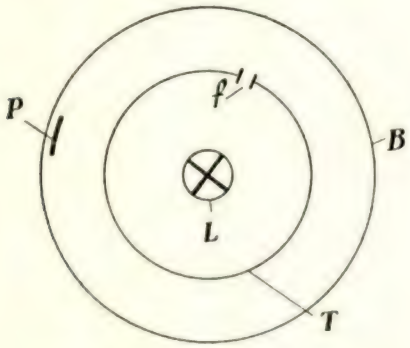


Fig. 29

Este cilindro tem uma ranhura estreita f segundo uma geratriz e contém no seu eixo uma fonte luminosa L.

No exterior deste cilindro dispõe-se uma célula fotoeléctrica P que está solidária com a caixa B do aparelho mas cuja posição angular em torno do cilindro T pode ser modificada, à nossa vontade, por meio dum botão exterior provido dum círculo graduado de 0º a 360º.

A cada rotação do rotor a equilibrar e portanto do cilindro T o feixe luminoso muito delgado que atravessa a ranhura f, produz uma breve perturbação que se traduz por um aumento de tensão.

Este sobrepõe-se à tensão imagem da vibração e produz-se um pequeno traço de referência (fig. 30 a).

Fazendo rodar a célula P por meio de botão, podemos colocar esse traço num ponto qualquer da curva representativa da vibração, por exemplo sobre o seu máximo (fig. 30 b).

Isto significa que quando a ranhura f está em frente da célula P (fig. 31), o plano MN desconhecido, do rotor, segundo o qual a vibração se produz num sentido determinado (por exemplo o que se indica pela flecha) coincide com o plano do captador de vibração C.

Portanto, a posição do plano MN segundo o qual se produz a vibração, pode ser determinada imediatamente medindo o ângulo λ que formam os raios passando o captador pelo C e pela célula P.

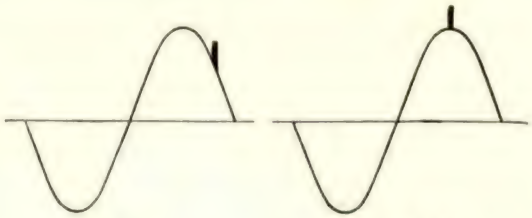


Fig. 30-a Fig. 30-b

Este ângulo λ é igual ao ângulo fOM que forma o plano MN com o que passa pela ranhura f.

Contudo, o raciocínio feito anteriormente não tem em consideração o erro que o captador de vibração e o seu circuito integrador introduzem naquele ângulo. Para mais, como sabemos, o plano MN está decalado em relação ao que contém o desequilíbrio dum ângulo chamado «ângulo de inércia».

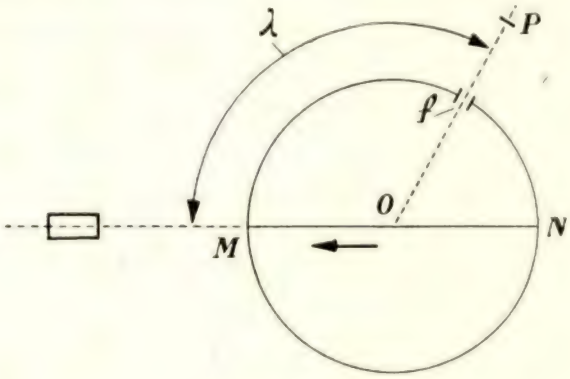


Fig. 31

No entanto, para uma velocidade angular constante, no decorrer duma operação de equilibragem, o erro total do ângulo mantém-se constante.

Portanto, não tem influência na medida da decalagem do vector «amplitude» de vibração, provocada pela colocação de uma massa provisória no rotor.

Suponhamos, com efeito, que a colocação daquela massa, fazia rodar o plano MN de vibração de um ângulo β (fig. 31), no sentido retrógrado.

O traço não apareceria agora no máximo da curva de vibração mas sim num outro ponto qualquer, pois quando a ranhura f está em frente

da célula P o plano MN faz um ângulo β com o eixo do captador C.

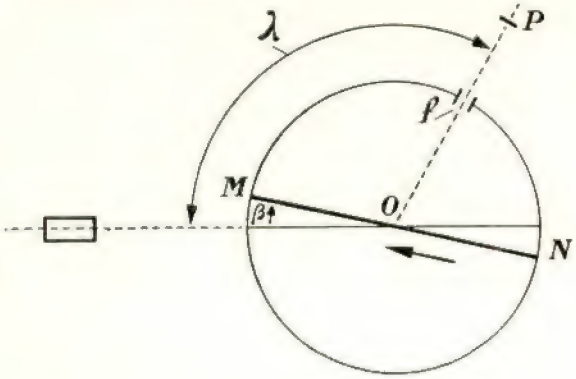


Fig. 32

Para trazer o traço ao máximo da curva, é preciso reduzir o ângulo λ ao novo valor do ângulo fOM, isto é, a $\lambda - \beta$.

A célula P deverá então rodar do ângulo β no sentido directo.

O ângulo β representa a decalagem procurada do desequilíbrio resultante em relação ao desequilíbrio inicial (vidè fig. 19).

Note-se bem que esta decalagem é sempre de sinal contrário à que é preciso dar à posição da célula P para trazer o traço ao ponto característico escolhido na curva (geralmente um máximo ou um mínimo).

Repare-se igualmente que o sinal desta decalagem é independente do sentido de rotação do rotor.

O ângulo β mede-se com muita facilidade graças ao círculo graduado de $0^o - 360^o$ em sentido retrógrado, solidário ao botão e portanto à célula P.

Assim, seja, por exemplo, $\beta_0 = 253^o$ a medida da vibração produzida pelo desequilíbrio inicial e $\beta_1 = 180^o$ a leitura referente ao desequilíbrio modificado pela colocação da massa provisória.

O ângulo β será igual a $\beta_1 - \beta_0 = 180^o - 253^o = -73^o$ e deverá ser marcado no sentido directo pelo facto de ser negativo.

A aparelhagem electrónica de equilibragem dinâmica acima descrita, pode ser modificada ou, eventualmente, completada consoante as necessidades, embora seja de longe a mais corrente.

A medida da amplitude de vibração no mostrador dum oscilógrafo, é na prática, preferível à que se obtém em aparelhos de agulha.

Com efeito, as indicações destes últimos podem ser mais ou menos falseadas pelas deformações das curvas de vibração que neles se verificam frequentemente.

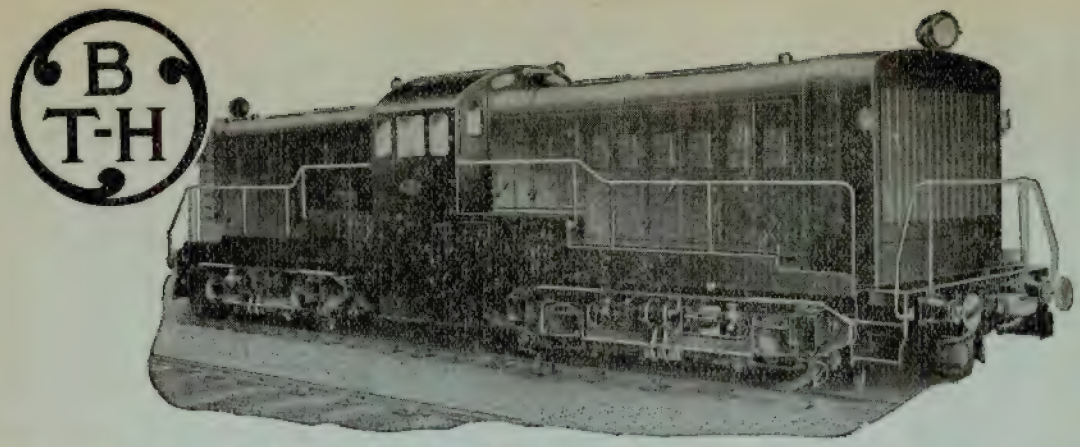
Mais ainda, o aspecto da curva de vibração, quando a equilibragem é levada tão longe quanto possível, é característico e portanto interessante de observar.

É também possível acrescentar à aparelhagem, se se desejar, um voltímetro electrónico GM 6017.

Por outro lado, quando a equilibragem tenha de ser efectuada a velocidade muito reduzida o captador de vibrações absolutas GM 5520. (PR 9260) pode ser substituído por um captador de vibrações relativas GM 5526 (PR 9261).

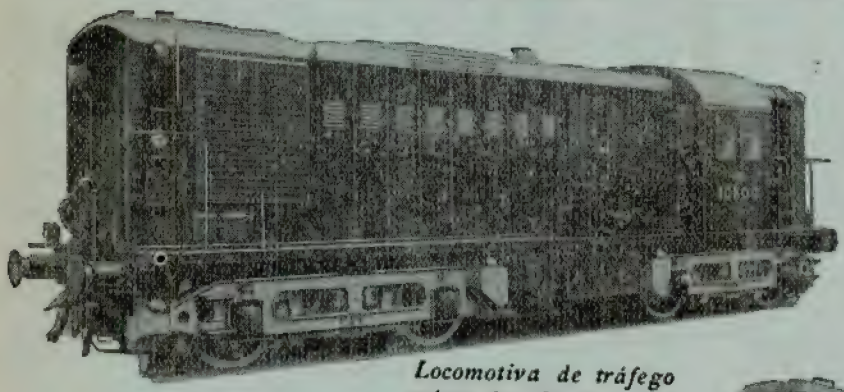
As características deste último são análogas às do precedente, mas a sua precisão não é influenciada pela frequência da vibração.

Finalmente, é possível completar a aparelhagem com outro captador (um para cada chumaceira) e um comutador SM 5525 (PR 9251) permitindo passar mais ràpidamente da observação da vibração duma chumaceira à da outra.



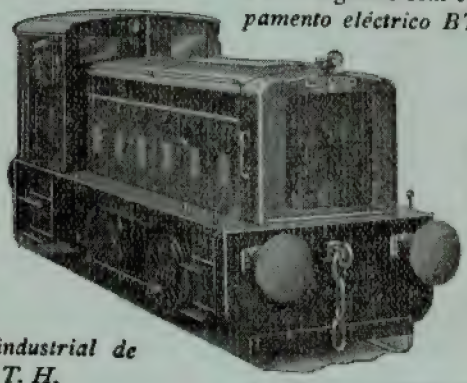
Tracção Diesel-Eléctrica *em Caminhos de Ferro*

A companhia BTH, com uma experiência de mais de 50 anos em projectar e fabricar equipamento de tracção eléctrica, pode agora oferecer todos os seus serviços técnicos para qualquer finalidade sobre material Diesel-eléctrico e equipamento bem experimentado para qualquer espécie de locomotivas e automotoras Diesel-eléctricas.



Em cima:
Caminho de Ferro do Governo de Nova Gales do Sul — Uma das locomotivas de manobra que estão a ser fornecidas pela BTH.

Locomotiva de tráfego mixto dos Caminhos de Ferro ingleses com equipamento eléctrico BTH.



Locomotiva industrial de Ruston — B. T. H.

Locomotiva de manobra para indústria de aço, com equipamento Yorkshire Engine — B. T. H.

Member of the AEI group of companies

THE
BRITISH THOMSON-HOUSTON
COMPANY LIMITED, RUGBY, ENGLAND

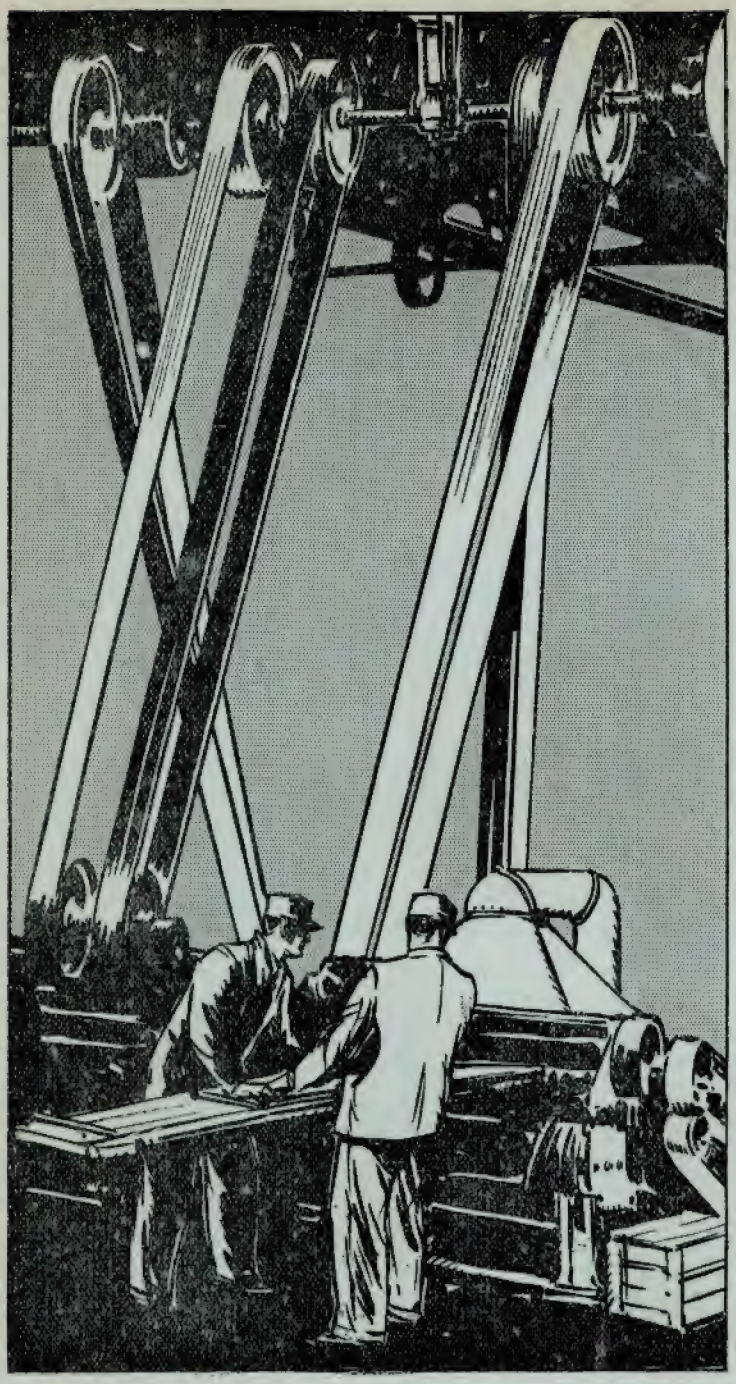
A4423

REPRESENTANTES GERAIS

GENERAL ELECTRIC PORTUGUESA

RUA DO NORTE, 5
LISBOA

RUA SÁ DA BANDEIRA, 585
PORTO



Nas grandes Fábrica_

onde há transmissões importantes e se deitam contas a todos os factores que influem no custo da produção

é de rigor o equipamento integral com correias

GOODYEAR

após os resultados das primeiras experiências

Tente uma experiência e procederá igualmente

DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS:

Canelas & Figueiredo, L.da

Rua dos Fanqueiros, 46

LISBOA

Telefones { 25058 / 24502

Telegramas: CANELASCO

GOODYEAR

VIDA ESCOLAR E ASSOCIATIVA

I Semana de Química dedicada ao curso de Engenharia Químico-Industrial pela A. E. I. S. T. com a colaboração da Indústria Química Portuguesa

POR ANTÓNIO DE MELLO COELHO

Presidente da A. E. I. S. T.

Ao findar a Semana de Química achou a «Técnica» que devia ser apresentado um breve resumo da mesma, acompanhado duma crítica sobre a forma como ela tinha decorrido.

Teve a A. E. I. S. T. em vista, quando organizou esta Semana, contribuir dentro das suas possibilidades para um melhor apetrechamento dos alunos que no Instituto Superior Técnico cursam o ramo de Engenharia Químico-Industrial, proporcionando-lhe um conhecimento do que é a sua futura vida profissional, de forma a que, ainda dentro da Escola, tomem conhecimento dos verdadeiros problemas da referida Indústria por meio dum contacto directo com ela própria.

Paralelamente, procuramos chamar a atenção dos Industriais para o grande interesse que lhes advém de se aproximarem da Escola e com ela colaborarem, conjugando os seus esforços no sentido de se conseguir que os alunos ao saírem deste Instituto deixem de ser simples diplomados, que só nesta altura tomam conhecimento dos verdadeiros problemas que a sua profissão lhes acarreta.

Que a Indústria não só reconheça a boa vontade e interesse que a Associação dos Estudantes do Instituto Superior Técnico põe nestes problemas, como também nos dê a sua ajuda, são os nossos desejos, pois, se tal não se der, todos os nossos esforços serão vãos, pois sózinhos não podemos levar a cabo empresa de tanta monta.

Não deixamos passar a oportunidade de desde já agradecer a valiosa colaboração das empresas que abaixo citaremos nos deram, e a honra que nos concederam acreditando desde início na nossa vontade e entusiasmo pela obra a que nos propunhamos, o que aliás, foi a única garantia que lhes pudémos dar. O seu exemplo leva-nos a acreditar que de futuro os menos optimistas nos virão a dar a sua colaboração, o que a verificar-se, permitirá dar a estas «Semanas de Curso» toda a projecção e utilidade que delas pretendemos conseguir obter.

Passemos agora a analisar esta Semana de Química e dentre as suas realizações focaremos as que, quanto a nós, nos pareceram de maior interesse para os estudantes do curso de Engenharia Química. Segundo este nosso critério, colocamos em primeiro lugar as conferências que, integradas na «Semana» foram pronunciadas neste Instituto, pelos nossos professores Eng.os Luís Almeida Alves, Herculano de Carvalho, Dr. Pierre Laurent e pelo Eng.º Mercier Marques, ilustre Vogal-Presidente da Secção de Química da Ordem dos Engenheiros. Do que elas foram e das verdadeiras lições que para nós constituiram, cada um poderá apreciar melhor pela sua leitura através desta Revista, que as não quís deixar de publicar, pois reconheceu o real interesse que elas apresentam, não só para os estudantes como para todos aqueles que dedicam especial atenção a todos os problemas que se prendem com a Indústria Química e mesmo com a Engenharia em geral.

Podemos afirmar que neste ciclo se focaram alguns dos principais problemas ligados com a Química Industrial. Qualquer das conferências teve carácter distintivo das outras, pois se numa se foca os problemas ligados à formação escolar dos engenheiros químicos (conferência do Sr. Prof Eng.º Almeida Alves) noutra é tratada a posição da Análise Química na referida indústria (tema escolhido pelo Sr. Prof. Eng.º Herculano de Carvalho); outra há também em que o discutido assunto da investigação no âmbito industrial foi abordado com objectividade precisa

pelo Sr. Prof. Dr. Pierre Laurent não tendo porém a posição da Engenharia Química na Economia Nacional deixado de ter sido analisada na conferência do Sr. Eng.º Mercier Marques na sessão final de encerramento da «Semana», que foi enriquecida com algumas palavras do Sr. Eng.º Magalhães Ramalho.

A outra realização que quanto a nós está imediatamente a seguir no que respeita ao interesse que apresentou para os alunos do curso de Química foi a Exposição sobre as actividades da referida indústria e que se maior vulto e projecção não alcançou, tal não foi devida à forma como as Empresas que estiveram presentes colaboraram mas sim devido à ausência da maioria das que tinham sido convidadas.

Se compararmos esta Exposição com as já realizadas neste Instituto e que estiveram integradas nas «Semanas» dos outros cursos, verificamos que esta apresenta características diferentes, pois nela se olhou mais para o aspecto pedagógico e formativo da Exposição do que para o aspecto de propaganda das empresas que nela estiveram representadas. Estas, compreendendo bem o nosso ponto de vista, integraram-se completamente nele e deram-nos a sua ajuda valiosíssima que nos permitiu apresentar o esquema de algumas indústrias químicas fundamentais, bem assim como algumas amostras dos produtos por elas produzidos.

Neste aspecto cumpre-nos ressaltar a forma como se encontravam apresentados os «flow-sheets» das fábricas de ácido sulfúrico e metalurgia do cobre da Companhia União Fabril, da Fábrica de Amoníaco da União Fabril do Azoto, de Alferrarede, bem assim como o da Amoníaco Português, de Estarreja.

Qualquer deles fornecia, a quem o visse, a possibilidade de conhecer as linhas de fabrico dos respectivos produtos ficando portanto com o conhecimento das diversas etapas que a matéria-prima tem que atravessar antes de atingir o estado de produto final, mostrando-nos, além disso, os diversos subprodutos que se vão obtendo ao longo da fabricação, a partir das matérias-primas usadas.

Completando estes esquemas apresentaram também as diversas aplicações que são dadas aos produtos e subprodutos fabricados e fizeram-no por meio de amostras que se encontravam perfeitamente relacionadas com as fases do fabrico onde tinham sido preparadas ou donde tinham derivado.

Pode-se dizer sem receio de desmentido que a C. U. F. soube apresentar uma exposição das suas actividades que se integrou completamente no espírito que presidiu à «Semana».

As Companhias Reunidas do Gás e Electricidade mostraram-nos num esquema bastante elucidativo a marcha da fabricação do Gás de Iluminação que é seguida na sua fábrica da Matinha.

Completando-o, apresentou amostras dos produtos e subprodutos extraídos da destilação seca da hulha, o que nos permitiu abarcar em linhas gerais as enormes possibilidades que esta indústria apresenta no campo da química orgânica, e que embora algumas estejam já aproveitadas outras poderão vir a sê-lo completamente num futuro mais ou menos próximo.

A Fábrica Portuguesa dos Fermentos Holandeses apresentou um esquema muito sugestivo e atraente da sua laboração, dando-nos uma visão geral duma indústria pouco conhecida no meio universitário especializado, caso do I. S. T.

Por meio duma série de desenhos alusivos apresentou o seu «flowsheet» de forma a ser fàcilmente compreensível a qualquer pessoa, mesmo que não tivesse quaisquer conhecimentos de química.

Sob o ponto de vista de propaganda da sua indústria cremos que dificilmente se podia fazer melhor, podendo mesmo afirmar-se ter ela ficado plenamente conhecida por todos que visitaram a Exposição.

Para nós, que estudamos Química, talvez não nos satisfizesse, mas não podemos deixar de reconhecer que muito mais não poderia ter sido apresentado, sem que fosse traído qualquer segredo da própria indústria.

Esteve a indústria dos cimentos amplamente representada na Exposição, por meio das Empresas Liz, Cabo Mondego, Tejo e Secil.

Qualquer delas além de amostras dos seus produtos expuzeram algumas fotografias demonstrativas da sua laboração e que permitem a quem as vê, ficar com uma ideia sobre o que é a indústria dos cimentos.

Foram talvez estas indústrias as únicas que focaram um aspecto que as outras descuraram e que se relaciona com o campo da Assistência Social aos operários. Apresentaram-nos algu-

mas fotografias do que têm feito nesse sentido e tal facto levou-nos a pensar no papel que o engenheiro tem como elemento de assistência aos operários que com ele convivem.

As indústrias de refinação de petróleos e de produção de pneus e câmaras de ar estiveram representadas na exposição por intermédio respectivamente das empresas «Sacor» e «Manufactura Nacional de Borracha», «Mabor», que apresentaram alguns dos muitos produtos por elas fabricados, bem assim como fotografias das suas instalações.

De tudo o que se disse atrás, podemos concluir que a maior parte do potencial da Indústria — Química Nacional esteve representada nesta exposição, e que, apesar de a maioria das empresas não ter respondido ao nosso pedido, não se pode dizer que aquela não traduziu quase completamente a posição da citada Indústria no domínio da Economia do País. Se tal facto se deu, deve-se apenas a que as presentes foram as de maior projecção e envergadura entre todas as que se dedicam à Química-Industrial em Portugal.

Como novidade esta Exposição apresentou uma parte dedicada exclusivamente ao domínio da preparação escolar dos futuros engenheiros, nalguns países do mundo. Com informações colhidas por intermédio dos Consulados de alguns países, pudemos apresentar a estrutura dos cursos de engenharia químico-industrial nas seguintes Universidades ou Institutos :

Faculdade de Engenharia do Porto — Portugal
Massachussets Institute of Technology — U. S. A.
Institut du Génie Chimie — Toulouse — França
Escola Politécnica de S. Paulo — Brasil
École Polythenique de Lausanne — Suíça
Faculdade de Ciências da Universidade de Madrid
Instituto Superior Técnico — Lisboa.

A par dos esquemas de curso estiveram patentes a todos os visitantes, alguns livros com referências pormenorizadas sobre todas as disciplinas que nessas Escolas são ministradas e que nos foram gentilmente cedidos pelo Sr. Prof. Dr. Pierre Laurent.

Com estes dois factores era possível a qualquer pessoa ficar razoàvelmente informado sobre a maneira como é professado o ensino do curso de engenharia Químico-Industrial nos países representados nessa pequena exposição.

Foi para nós consolador, verificar que o programa de cadeiras que no I. S. T. constituem o curso que citamos é nalguns casos melhor que muitos dos que constituem o curso nas Escolas atrás referidas, o que nos prova que a formação escolar dos engenheiros portugueses está muito longe daquilo que por aí se afirma.

Parece-nos, que em futuras organizações de «Semanas de Curso» não se deve esquecer este aspecto e em todas se deve procurar apresentar uma exposição análoga à que nesta «Semana» se levou a cabo, procurando desta forma informar os que se interessam por assuntos desta natureza, daquilo que se faz nos outros países, em instituições congéneres do I. S. T.

Ainda integrada na Exposição, encontrava-se uma parte relativa à bibliografia da especialidade e que alcançou relativo exito devido a nela se encontrarem um grande número de obras com algumas novidades entre os diferentes volumes expostos.

Assim encontravam-se lá desde simples manuais a grandes enciclopédias e tal facto permitiu a muitos, tomarem contacto com muitas obras que por se encontrarem dispersas por vários sítios tornam-se de difícil conhecimento.

Parece-nos que uma Exposição sobre as actividades de qualquer ramo de Engenharia que de futuro se venha a realizar no Instituto deve ter uma estrutura semelhante à que foi dada a esta, pois só assim se vêem focados os aspectos fundamentais que presidem a uma organização deste tipo.

Há sòmente que desenvolver alguns pontos que nesta Exposição não atingiram o que deles se esperava, e procurar que todas as entidades interessadas neste assunto dêem uma colaboração eficaz.

No capítulo das realizações integradas na Semana de Química encontrava-se ainda a exibição de alguns filmes sobre a especialidade, e que por amável deferência da «Shell» portuguesa e da Quimicor foi possível trazer até nós.

Eis em breves palavras um resumo do que se passou durante a «Semana de Química».

A massa estudantil do Instituto Superior Técnico não correspondeu tanto como era de desejar a este nosso empreendimento, talvez por não

ter alcançado completamente os objectivos que a Semana tinha em vista. Para muitos, tratava-se apenas de uma exposição que poderia ser vista em qualquer altura, e é só assim que se pode explicar a fraca concorrência de alunos que tiveram algumas das conferências proferidas.

Não tomamos este insucesso como uma manifestação de desinteresse da parte dos nossos colegas por realizações deste género, mas tomamo-lo sim como uma apatia que é necessário vencer por meio de uma maior elucidação de quais são as finalidades que se pretendem atingir com as referidas Semanas.

Que a experiência conseguida na elaboração da 1.ª Semana da Química se não perca, e que o entusiasmo que animou os seus organizadores presida a quem outras projectar são os votos que faz quem acompanhou a feitura desta e se apresta para abandonar o Técnico.

Que este despretencioso trabalho, que não passa da opinião dum simples aluno deste Instituto, seja proveitoso são os votos que fazemos ao finalizá-lo pois a ideia que presidiu á sua elaboração foi a de sòmente dar um pequeno contributo, embora póstumo, à «1.ª Semana da Química».

DO MUNDO TÉCNICO

C. D. 621.316.933

Pára-raios para protecção da rede sueca de 380 KV

Por B. GRUNDMARK

(Extraído de «Asea-Revue» — n.º 5, Set. 1954)

Quando do estudo da transmissão a 380 KV, já se tinha chegado à conclusão que esta linha e as suas três sub-estações de Harspránget, Midskog e Hallsberg desempenhariam um papel primordial na alimentação de energia a toda a Suécia, especialmente durante os primeiros anos de serviço, de modo que qualquer interrupção de serviço nesta transmissão acarretaria perdas, directas e indirectas, bem mais importantes que as devidas às interrupções nas linhas já existentes. A segurança de continuidade do serviço deveria portanto ser de longe superior à que era costume exigir-se, e foi por isso que se adoptaram níveis de isolamento francamente mais elevados que os que tinham sido sugeridos nos diversos países, quando de discussões relativas aos projectos de transmissão a muito alta tensão.

Como a linha é protegida por fios de terra fixados em consolas e tendidos por cima dos condutores em tensão de modo a obter a melhor protecção possível, poderia pensar-se que o aparecimento de sobretensões perigosas atingindo as sub-estações fosse muito raro. Contudo, desde o princípio, se decidiu instalar pára-raios em todas as sub-estações de modo a obter uma protecção «cem por cento» contra as sobretensões.

Os problemas mais importantes apresentaram-se na central de Harspránget devido à existência de longos cabos a alta tensão ligando os transformadores-elevadores, enterrados no rochedo, à aparelhagem situada ao nível do solo.

A protecção das três sub-estações contra as sobretensões, do lado da baixa tensão, foi igualmente estudada a fundo, e a solução final só foi adoptada depois de tirados, no local, registos oscilográficos, alguns meses antes da entrada em serviço das instalações.

1 — Coordenação dos isolamentos do lado da alta tensão da central de Harspránget

A fig. 1 dá um esquema geral da protecção contra as sobretensões. Por razões de natureza prática, decidiu-se que os pára-raios de 380 KV fossem colocados no exterior — junto das caixas terminais superiores — em vez de nas células dos tranformadores, cavadas na rocha. Esta disposição apresenta todavia o inconveniente de que o fenómeno de reflexão das ondas, no cabo, é muito pronunciado e deste facto a solicitação do transformador é levada a um nível superior ao nível de protecção do pára-raios. Foi pois necessário proceder a um exame aprofundado das condições a preencher para se obter protecção satisfatória dos transformadores.

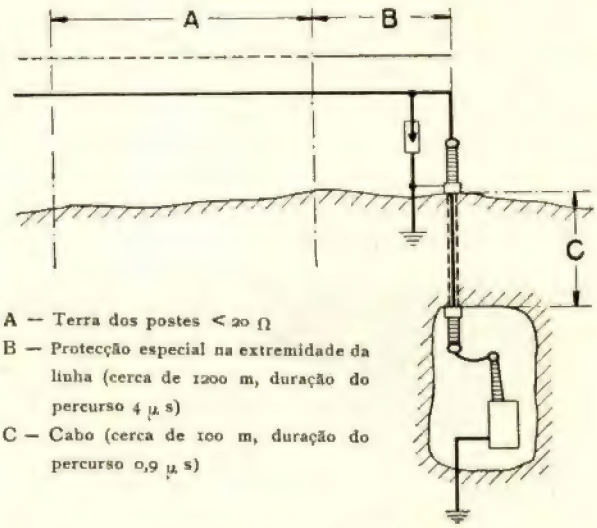


Fig. 1 — Dispositivo da protecção contra sobretensões em Harspránget

Este exame mostrou que era indispensável impedir, a todo o custo, uma faísca directa sobre um certo comprimento de linha, na vizinhança imediata da central. Um exame quantitativo efectuado pela ASEA, sobre o valor das sobretensões que se poderiam atingir na linha (segundo um estudo do prof. R. Lundholm), provou que era necessário proteger eficazmente, contra um raio directo, um troço de linha igual a cerca de 800 metros, e que se poderia obter uma protecção satisfatória se a tensão residual dos pára-raios atingisse no máximo 80 % da tensão de resistência à onda dos transformadores. Como esta última tinha sido fixada anteriormente em 1775 KV, a tensão residual deveria ser de cerca de 1400 KV para a combinação mais desfavorável de tensão de onda com máximo de corrente à qual se poderia razoàvelmente atingir.

A exactidão destas considerações teóricas foi verificada posteriormente por meio de ensaios práticos efectuados no local de montagem, pouco tempo antes da entrada em serviço.

2 — Concepção de protecção das instalações a 380 KV

As dimensões e as características dum pára-raios dum tipo determinado dependem da sua tensão de extinção, isto é a máxima tensão admissível, à frequência industrial, entre bornes do pára-raios (entre fase e terra) para que o aparelho possa cortar, com segurança

a corrente da rede depois de funcionamento do pára-raios. Para tensões de serviço menos elevadas que aquela em questão, a tensão de extinção é determinada por uma regra simples que, para uma tensão nominal de 350 KV por exemplo, daria um valor de cerca de 380 KV. Todavia uma característica particular desta primeira transmissão a 380 KV é que se pode produzir uma sobretensão excessivamente elevada no caso dum corte brusco da carga e cálculos preliminares desta sobretensão conduziram à adopção duma tensão de extinção de 400 KV. Estes cálculos mostraram também que era necessário montar os pára-raios a montante dos disjuntores, isto é, do lado da central, porque se se interrompesse a linha numa extremidade então ela funcionaria em vazio, a tensão alternada poderia atingir, depois do corte, um valor de 470 KV, em relação à terra, do lado dos disjuntores. Se, em semelhante caso, o pára-raios fosse submetido a uma impulsão produzindo um escorvamento, por exemplo em seguida dum reescorvamento num disjuntor, não poderia cortar a corrente de restabelecimento.

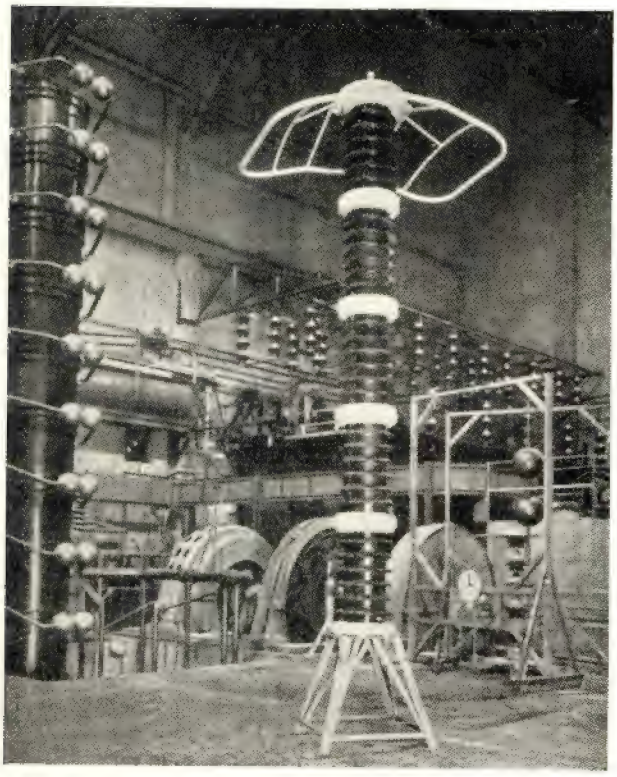


Fig. 2 — Pára-raios tipo XRSC 300, montados na plataforma de ensaios da ASEA

No tempo em que se estudou a protecção da rede de 380 KV contra as sobretensões, a ASEA fabricava normalmente dois tipos de pára-raios robustos XRSB e XRSC, ambos providos de blocos resistentes de 110 mm de diâmetro. Como a tensão de escorvamento à onda dos pára-raios ASEA é inferior à tensão residual às correntes de amplitude elevada, é possível obter uma redução do nível de protecção associando em paralelo dois pára-raios normais do tipo XRSC 300 previstos para uma tensão de extinção de 400 KV. Estes pára-raios são auto-sustentados e de construção mecânica muito robusta. A fig. 2 mostra o primeiro pára-raios deste tipo montado na plataforma de ensaio a alta tensão para os ensaios de escorvamento.

O pára-raios tipo XRSC substitui o antigo tipo XRG e constitui actualmente o pára-raios ASEA normal para tensões superiores a 132 KV. Até uma tensão de serviço de 132 KV, não se experimenta nenhuma dificuldade em construir pára-raios do tipo de simples empilhamento, mas esta disposição seria demasiado frágil para tensões superiores e seria necessário escorar o pára-raios no seu vértice.

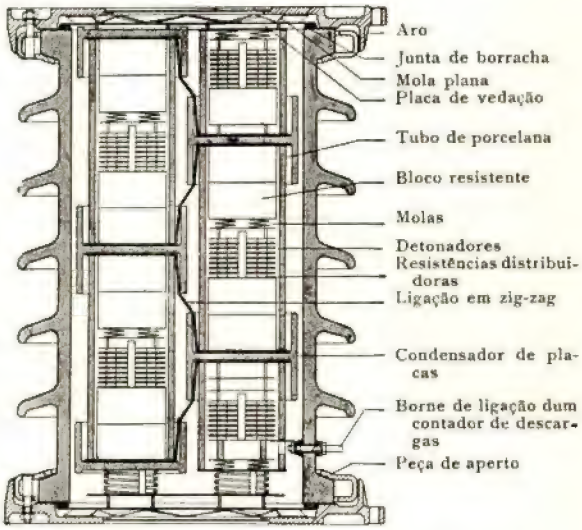


Fig. 3 — Corte da parte inferior dum pára-raios XRSC

Nos pára-raios do tipo XRSC, esta dificuldade é torneada utilizando dois empilhamentos adjacentes, ligados em série e montados numa mesma porcelana. Para manter as ligações eléctricas entre empilhamentos, nos limites razoáveis, cada um deles é dividido em secções separadas por separadores de porcelana e as secções são ligadas em zig-zag como indica a fig. 3. Deste modo, as capacitâncias dos separadores de porcelana formam uma cadeia de condensadores em paralelo com a cadeia das secções do pára-raios e esta cadeia de condensadores contribui para se obter uma repartição uniforme da tensão em cada uma das porcelanas do pára-raios.

Este modo de construção apresenta ainda a vantagem de reduzir a altura total do pára-raios a metade da que teria se se usassse a construção de simples empilhamento. O pára-raios pode ser montado em qualquer local da sub-estação, enquanto que um pára-raios de simples empilhamento necessitaria duma fundação de suporte e de escoras isolantes. É fácil obter uma distribuição uniforme da tensão ao longo da superfície exterior da porcelana com auxílio dum pequeno anel de guarda colocado no vértice do pára-raios. A in-

fluência da chuva e da poeira sobre a tensão de escorvamento é pràticamente nula e não é necessário tomar precauções especiais a este efeito, como é o caso dos pára-raios de simples empilhamento.

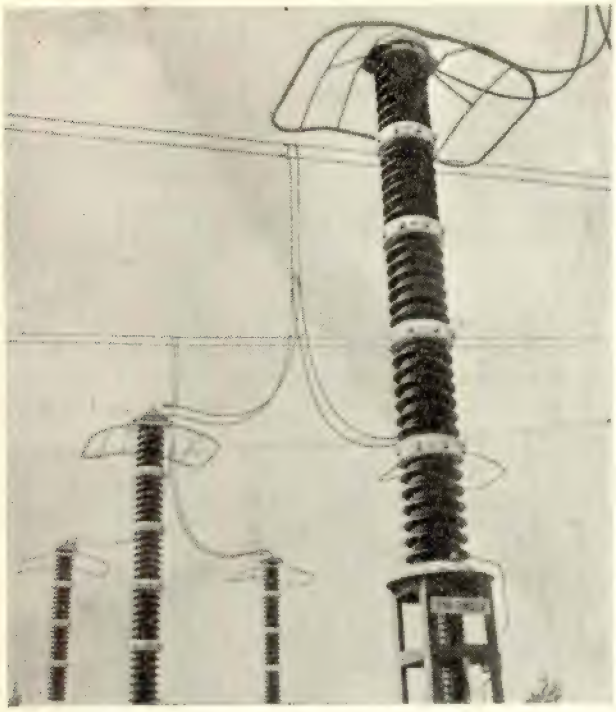


Fig. 4 — Pára-raios de 380 KV, tipo XRSC 300, montados em Harspránget

A fig. 4 mostra os pára-raios montados na sub-estação de Harspránget.

3 — Protecção das sub-estações a 380 KV, do lado da baixa tensão

Os transformadores de todas as sub-estações a 380 KV estão ligados em estrela do lado da alta tensão, enquanto que a baixa tensão forma um sistema ligado em triângulo, a 16 KV em Harspránget, a 30 KV em Midskog e a 20 KV em Hallsberg. Em Harspránget, a baixa tensão está ligada aos alternadores, e em Hallsberg a um condensador síncrono. Fizeram-se estudos para determinar a que solicitação seriam submetidos os alternadores de Harspránget pela transformação das ondas incidentes do lado dos 380 KV. Todavia antes da entrada em serviço das instalações, decidiu-se proceder, em todas as sub-estações a medidas oscilográficas com auxílio dum gerador de ondas de baixa tensão para verificar o resultado dos cálculos efectuados tanto no que se refere à solicitação dos alternadores como ao aumento de sobretensão na extremidade inferior dos cabos de Harspránget. Por outro lado, aquelas medidas permitiram procurar o modo como se repartiriam as ondas de tensão entre os transformadores principais e os transformadores de regulação lá associados, em Midskog e em Hallsberg. É de notar que os resultados obtidos pelo laboratório de alta tensão da ASEA, de colaboração com o departamento de pesquisas da Direcção de Energia Eléctrica do Estado Sueco, confirmaram os estudos teóricos feitos. Os resultados foram em seguida discutidos pelos peritos a fim de se decidir do tipo de protecção a adoptar para os alternadores, para os grupos de regulação e para o compensador síncrono.

Os argumentos apresentados a seguir são aplicáveis igualmente para quaisquer outras centrais e a solução adoptada corresponde à normalmente utilizada pela ASEA para protecção dos alternadores.

Consideremos uma central com transformadores elevadores, ligados em estrela do lado da linha e em triângulo do lado do alternador, como é normal. Nenhuma linha aérea se liga directamente aos bornes do alternador.

As sobretensões atingem esta central pela linha de alta tensão; elas podem ser tripolares (idênticas nas três fases) ou monopolares (apenas sobre uma fase). As sobretensões assimétricas sobre várias fases são consideradas como uma combinação destes casos elementares. As sobretensões são limitadas a um certo nível de tensão pelos pára-raios montados na sub-estação, mas a sua intensidade inicial e a sua duração ficam inalteráveis.

Quando a onda de sobretensão atinge o transformador, uma parte é transmitida instantâneamente, por capacidade, ao enrolamento secundário. Todavia esta componente capacitiva apenas apresenta uma pequena quantidade de energia, e uma fraca capacidade adicional entre fase e terra, do lado do alternador, constitui uma protecção satisfatória. Se os cabos de ligação ao alternador têm uma vintena de metros, a sua capacidade basta.

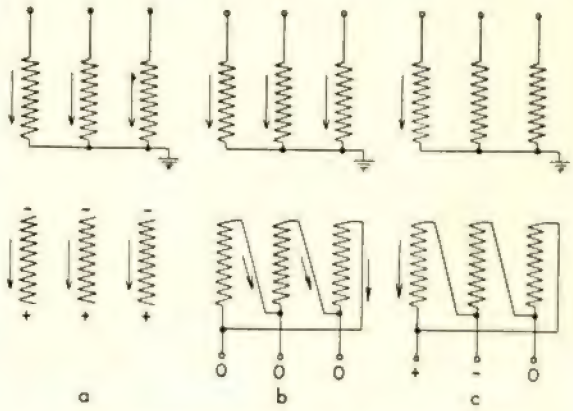


Fig. 5 — Transformação magnética das ondas de tensão num transformador estrela-triângulo

a — Onda tripolar. Secundário aberto.
b — Onda tripolar. Secundário fechado. Circulação duma corrente de curto-circuito; ausência de tensão aos bornes.
c — Onda monopolar. Dois bornes secundários são submetidos, em relação à terra, de tensões iguais mas de polaridades opostas.

Se a sobretensão tem uma duração tal que dá origem a uma corrente considerável no enrolamento pri-

mário do transformador, uma importante componente de tensão é transmitida, por indução magnética, ao enrolamento secundário. A duração desta componente é maior que a da componente capacitiva e pode transportar uma quantidade de energia muito mais importante. A fig. 5 mostra o modo como se produz a com-

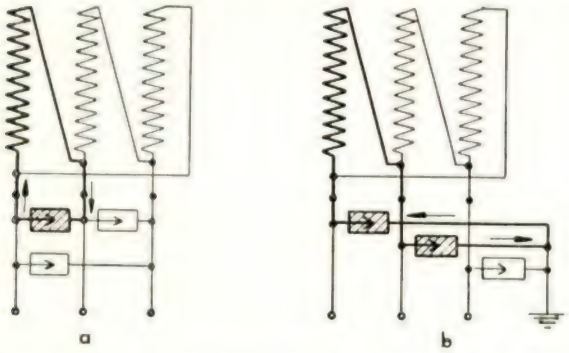


Fig. 6 — Protecção contra sobretensões segundo a fig. 5 c

a — Pára-raios entre fases. b — Pára-raios entre fases e terra.

ponente indutiva no sistema. Teòricamente, uma onda tripolar simétrica não dá origem a nenhuma sobretensão entre as fases do alternador, mas ùnicamente à circulação duma corrente de curto-circuito. Pelo contrário, uma onda monopolar faz aparecer uma tensão entre dois bornes do alternador, e em virtude da simetria em relação à terra, a tensão entre fases é dupla da tensão entre fases e terra.

Como as sobretensões entre fases podem ser muito mais importantes que entre fase e terra, é recomendável ligar os pára-raios entre fases (fig. 6 a) se bem que um defeito num pára-raios possa causar um curto-circuito entre fases.

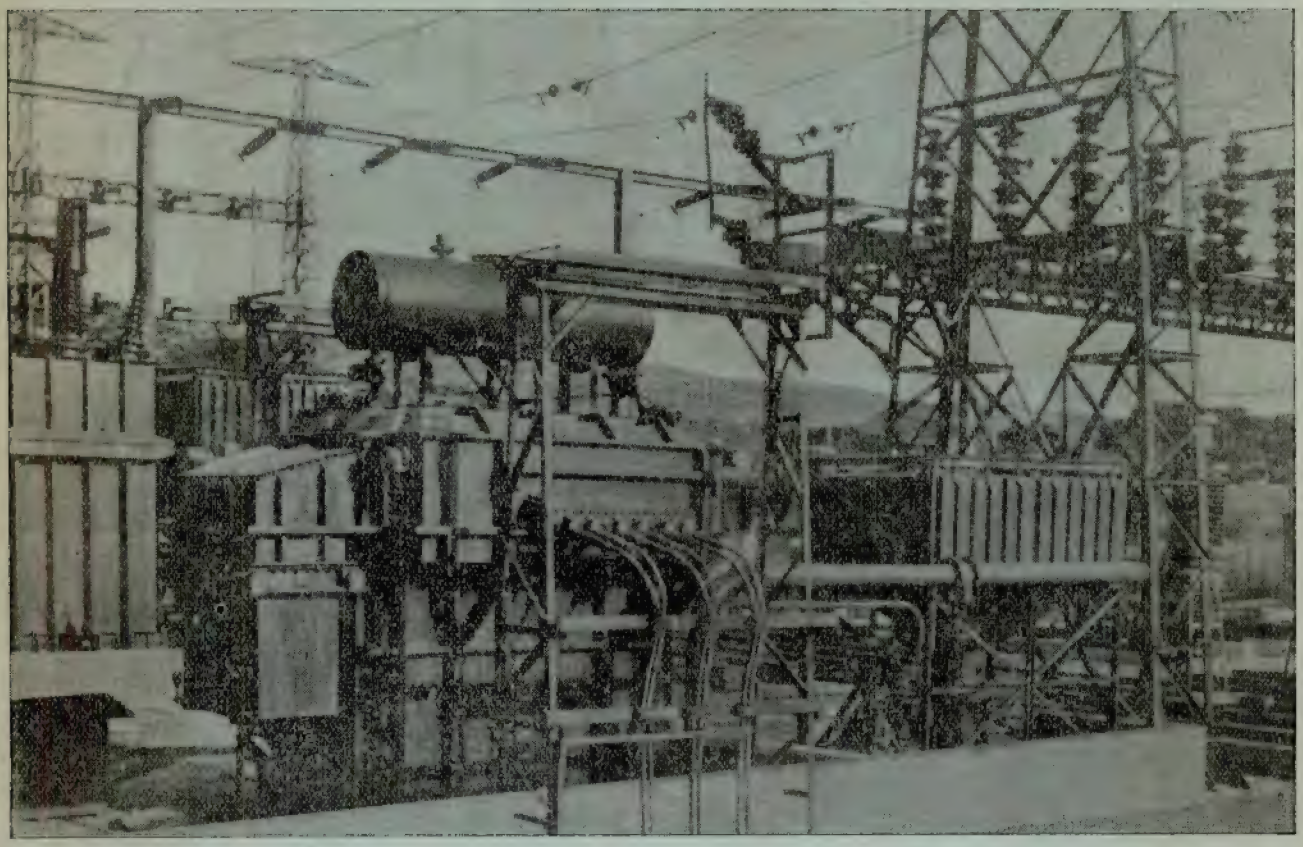
Pelo contrário, se se ligam os pára-raios entre fases e terra (fig. 6 b), é necessário prevê-los para uma tensão duas vezes menor se se quere obter o mesmo nível de protecção entre fases. Contudo estes pára-raios apresentam uma tensão de extinção muito fraca de modo que os riscos de estrago são muito maiores. Por outro lado, como estes pára-raios funcionam por dois, em casos de sobretensões importantes entre fases é de recear que um defeito num pára-raios não ocasione uma solicitação exagerada do segundo e produza assim um curto-circuito entre fases. É esta a razão por que se adoptou a ligação entre fases, considerando-se que ela apresentava pelo menos tanta segurança como a ligação entre fases e terra.

Resulta do exposto que os riscos de avaria do alternador dependem da probabilidade de aparição de uma sobretensão incidente de longa duração, desigualmente repartida sobre os três cabos da linha. Esta probabilidade depende da construção mecânica da linha postes de madeira ou de aço, travessas ligadas à terra, fio de terra, etc.).

SAVOISIENNE

Ateliers de Constructions de Transformateurs de la Compagnie Générale d'Electricité

//



POSTE D'ENCO DE BOTTE

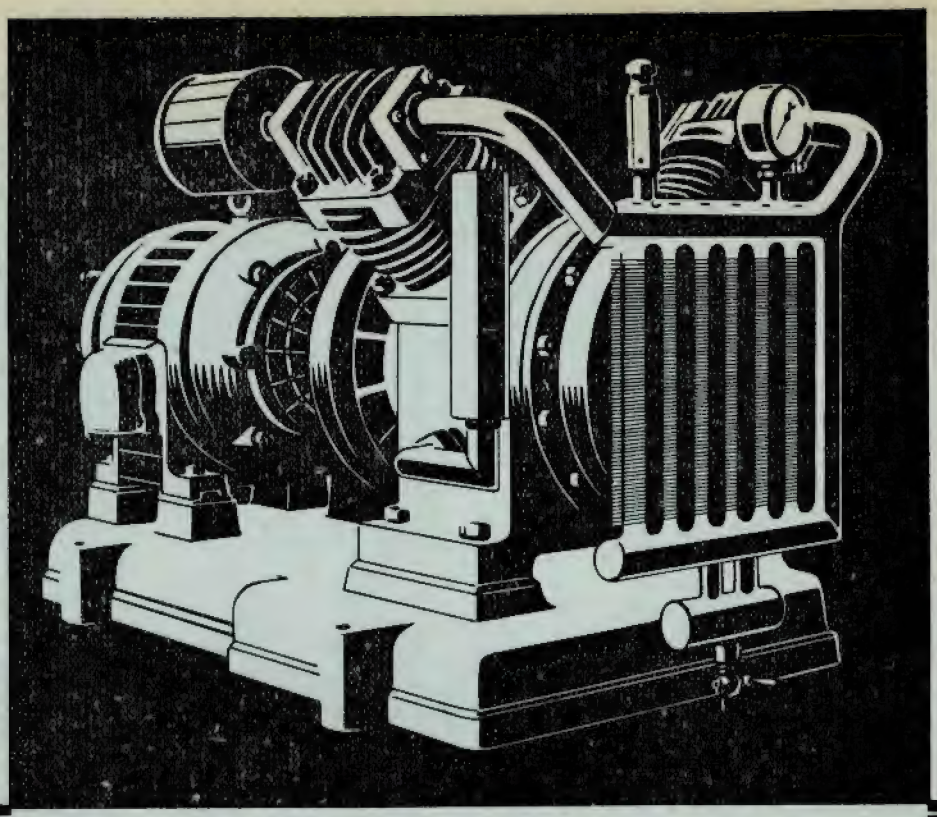
Autotransformador trifásico de 42.000 KVA — 27.200 a 35.300/27.800 a 33.200 V. com regulação em carga

//

DELEGADOS EM PORTUGAL

AGÊNCIA GERAL DE MATERIAL ELÉCTRICO, L.DA

Rua dos INDUSTRIAIS, 4, 1.º (às Cortes) // LISBOA // Telefs. 66 06 92 - 66 60 82



Para fábricas grandes ou pequenas, minas, oficinas, garagens e oficinas de reparações de automóveis, construção civil, os

COMPRESSORES

de fabrico húngaro de potências desde 5 m³/h 7 atm. até 50 m³/min. 7 atm. satisfazem todas as exigências

»TECHNOIMPEX«

EMPRESA HÚNGARA PARA O COMÉRCIO EXTERNO DE MAQUINARIA

Budapeste 62 HUNGRIA C. P. 183

Para informações sobre a importação é favor dirigir-se a

HERBERT SCHINKEL

Avenida António Augusto de Aguiar, 187, 3.º E—Tel. 44222—LISBOA

BIBLIOTECA

REFERÊNCIAS SOBRE LIVROS RECEBIDOS

C. D. 668.1 + 541.8 : 668.1

Savons et Détergents, pelo Eng.º químico *Jacques Bergeron.*

Coll. Armand Collin — 1954 — Preço 250 fr.

Os sabões, além dos empregos correntes na higiene, são utilizados desde há muito em indústrias diversas: têxtil, metalurgia, etc. Mas a necessidade de obter para a indústria um produto que não apresentasse os defeitos do sabão (insolubilidade dos sabões metálicos não alcalinos, sensibilidade aos ácidos, sensibilidade aos electrólitos em geral, hidrólise, instabilidade do sabão em armazém) e, por outro lado a penúria em corpos gordos em certos países depois da primeira guerra mundial deu origem ao aparecimento dos detergentes sintéticos em 1933-34 cuja produção era nos Estados Unidos de 725.000 t em 1951 — umas 40 vezes mais do que em 1935 — ; nesse mesmo ano a produção de sabões orçou pelas 1.150.000 t, isto é, da ordem de grandeza da produção de detergentes sintéticos.

O livro começa pelo estudo dos sabões — Matérias-Primas, Bases Teóricas e Processos de Fabrico e Tecnologia. Passa em seguida ao estudo dos detergentes sintéticos que classifica em produtos de anião ou catião activos ou neutros.

Termina a obra por um estudo físico-químico das propriedades das soluções diluídas de sabão e de detergentes em que se salientam as propriedades comuns

O livro está escrito com clareza e actualidade. De notar a abundância de diagramas de equilíbrio sabão-água e sabão-água-electrólitos. Boa bibliografia.

FICHEIRO

Classificadores responsáveis:

Adelino Felgueiras Barreto, António Alves dos Santos, João Armando Costa Marques, João Manuel Martins Pereira, José Carlos Viana Baptista e Mário Canongia Lopes.

Recortar as indicações bibliográficas que formam uma ficha e estão encimadas por C. D. *(classificação decimal).*

Colar cada referência num pequeno rectângulo de cartolina com 75 × 125 mm..

Ordenar pelos índices decimais, *começando da esquerda para a direita,* independentemente do número de algarismos que o índice contiver.

Consultar, em casos duvidosos, a exemplificação inserida na «Técnica» n.º 218 e seguintes, ou recorrer à Biblioteca da A. E. I. S. T..

Notar que a inserção das fichas nesta publicação respeita a ordem correcta, no intuito de a esclarecer o mais possível.

A comodidade de possuir no próprio local de trabalho um arquivo ordenado e de fácil consulta sobre assuntos que se sabe onde existem, é uma das evidentes vantagens de um ficheiro de Classificação Decimal.

Os assuntos de que estas fichas são referência ficam patentes à consulta a partir desta data.

LIVROS

C. D. 001.3 : 301.18

El Impacto de la Ciencia en la Sociedad – *Bertrand Russell.*

Aguilas, S. A. de Ediciones, 1953, vol. 1, págs. 145.

C. D. 33

Economia Política — *Vieira Barbosa.*

Secção de Folhas A.E.I.S.T., 1953, vol. 1, págs 103.

3 exemplares

C. D. 338 (469—5)

O plano de fomento no Ultramar — *Sarmento Rodrigues.*

«Diário da Manhã», 1953, vol. 1, págs. 47.

C. D. 38.08 : 674 83 : 634.98

O Comércio Externo dos Produtos Florestais Metropolitanos — Posição relativa da Cortiça — *J. L. Calheiros e Meneses.*

Junta Nacional da Cortiça, 1953, vol. 1, págs. 43.

C. D. 389.6 [69] 3

Modulação das Construções (Exemplos de aplicação) — *Alberto José Pessoa.*

Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1953, vol. 1, págs. 34.

C. D. 519 — 2

Inferência Estatística — *Gustavo de Castro.*

Coimbra Editora, Ltd.ª, 1953, vol. 1, págs. 28.

OFICINAS E LABORATÓRIOS

DO

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

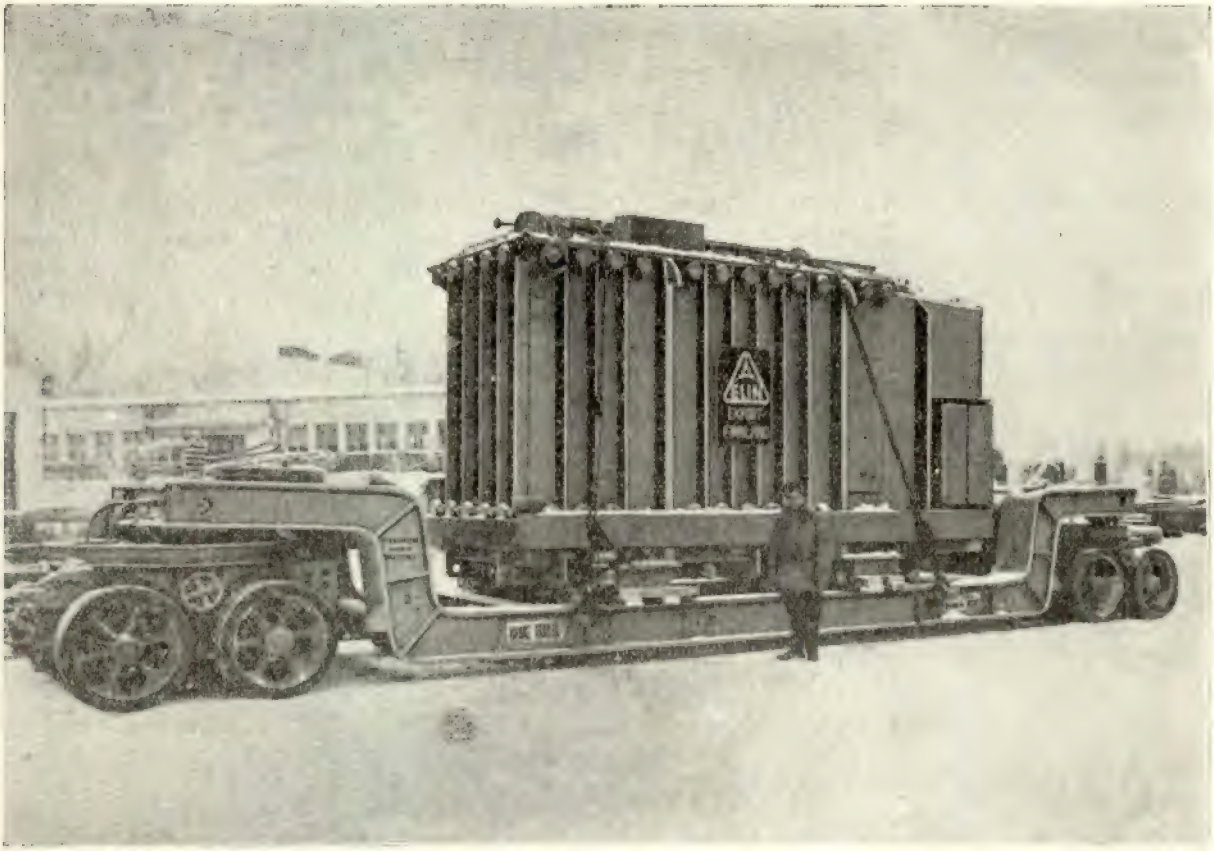
ELIN

AKTIENGESELLSCHAFT FUR ELEKTRISCHE INDUSTRIE

VIENA — ÁUSTRIA

Fabricantes e instaladores de:

Equipamentos eléctricos para alta e baixa tensão — Geradores — Redes de distribuição de energia — Centrais térmicas e hidroeléctricas — Transformadores — Motores — Disjuntores — Arrancadores — Equipamentos de soldadura manual e automática — Material para tracção eléctrica — Material para iluminação — Rectificadores de mercúrio



Transformador com regulação sob carga, 30.000 K. V. A., 110.000 V. ± 12 × 1,5 % / 21.000 V, 50 ciclos, instalado na central de Tampere, Finlândia

REPRESENTANTES:

SOC. COM. CROCKER DELAFORCE & C.ª, S. A. R. L.

Rua D. João V, 2-2.º — LISBOA

C. D. 519.2

A Estatística Matemática — *Gustavo de Castro.*

Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1953, vol. 1, págs. 12.

C. D. 519.2 : 624.046

Critical view of the methods for the probabilistic calculation of safety — *Borges (Ferry).*

Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1952, vol. 1, págs. 6.

C. D. 526.918

Teoria e prática da triangulação aérea espacial — *Filipe de Paiva de Castelbranco Leite Brandão.*

Imprensa Moderna, Ltd.ª, 1953, vol. 1, págs. 113.

C. D. 531.781.2 : 539.37

Alguns problemas de entensometria — Ábacos para a sua resolução — *(J. F. Fialho).*

Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1954, vol. 1, págs. 13.

C. D. 531.781 2 : 082.7

Extensómetros eléctricos de resistência — Descrição e técnica de medida — *(J. F. Lobo) Fialho.*

Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1954, 1954, vol. 1, págs. 20.

C. D. 532.528 : 621.21

Cavitation mechanics and its relation to the design of hidraulic equipment — *Robert T. Knapp.*

Institution of Mechanical Engineers, 18-4-952, vol. 1, págs. 16.

James Clayton Lecture.

C. D. 532.54

Étude et Tracé des Écoulements Permanents en Canaux et Rivières — *R. Silber.*

Dunod (Paris), 1954, vol. 1, págs. 192.

C. D. 522.54 : 621.432.4

Air flow in a naturally aspirated two-stroke engine — *F. J. Wallace* e *M. H. Nassif.*

Institution of Mechanical Engineers, 6 954, vol. 1, págs. 23.

C. D. 532.55 : 624.16

Perdas de carga provocadas por pilares de pontes — *Lencastre (Armando).*

Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1954, vol. 1, págs. 16.

C. D. 532.593.001.57

O Estudo da Agitação das Águas dos Portos por meio de Modelos Reduzidos — *José Pires Castanho.*

Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1953, vol. 1, págs. 49.

C. D. 535.5 : 543.79 : 546.791

Revisão dos Métodos Polorográficos de Dosagem do Urânio — *Maria Tereza Águas da Silva.*

Associação dos E. I. S. T. («Técnica»), 1953, vol. 1, págs. 18.

Triplicado.

C. D. 539.17 : 621.499.4

Nuclear Reactors and Power Production — *Christopher Hinton.*

Institution of Mechanical Engineers, 26-2-954, vol. 1, págs. 14.

James Clayton Lecture.

C. D. 539.37 : 531.781.2

Alguns problemas de extensometria — *(J. F.) Fialho.*

Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1954, vol. 1, págs. 13.

C. D. 539.431.4 : 621.824.2 [629.12]

Contribution to improved accuracy in the calculation and measurement of torsional vibration stresses in marine propeller shafting — *S. Archer.*

Institution of Mechanical Engineers, 6-951, vol. 1, págs. 8.

C. D. 539.433

The flexural vibrations of thin cylinders — *R. N. Arnold* e *G. B. Warburton.*

Institution of Mechanical Engineers, 8-952, vol. 1, págs. 15.

C. D. 539.433.2

Effect of shear in transverse impact on beams — *D. G. Cristopherson.*

Institution of Mechanical Engineers, 9-951, vol. 1, págs. 11.

C. D. 539.7 : 621 776.001/2

Cup-drawing from a flat blank :

Part I — Experimental Investigation

Part II — Analytical Investigation

S. Y. Chung e *H. W. Swift.*

Institution of Mechanical Engineers, 30-11-951, vol 1, págs. 27.

C. D. 541.1 + 546].001.6

Recent Advances in Physical and Inorganic Chemistry — *Steward, Alfred* e *Wilson, Cecil.*

Longman Green and Co., 1944, vol. 1, págs. 512.

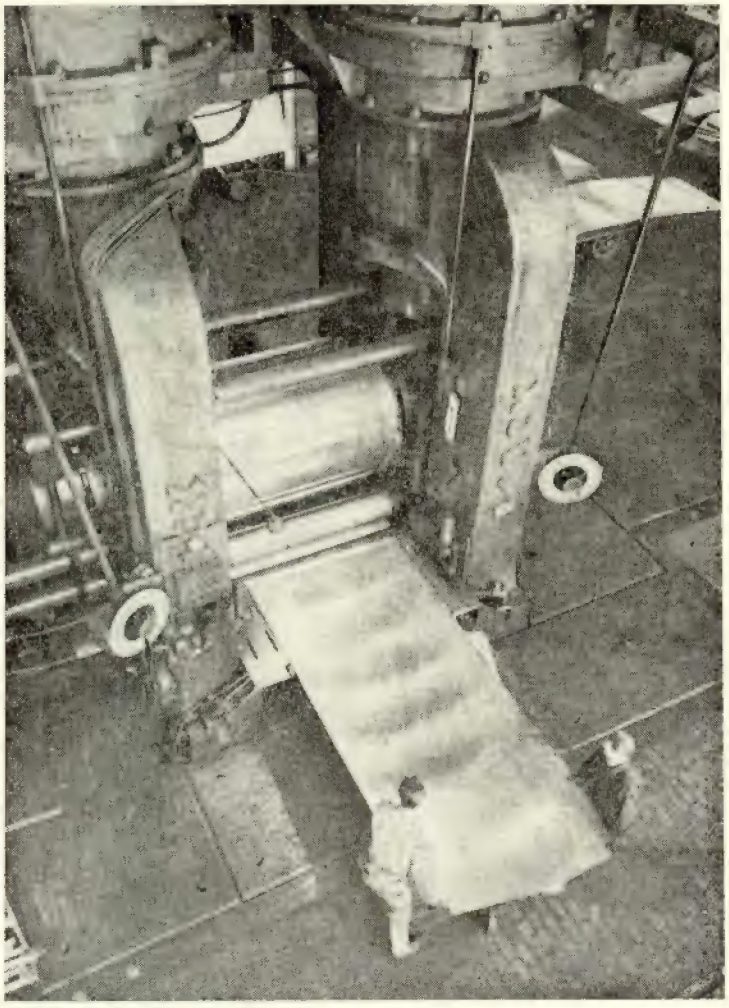
C. D. 543.8 : 547.556.33

Analyse der Azofarbstoffe — *Albert Brunuer.*

Julius Springer, Berlim, 1929, vol. 1, págs. 124.

Avesta

AÇOS INOXIDÁVEIS ANTI-ÁCIDOS E REFRACTÁRIOS



LAMINADOR A FRIO
Capacidade máx.: 5.000 × 1.200 × 4 mm.
2.000 × 1.800 × 4 mm.

STOCKS PERMANENTES PARA ENTREGA IMEDIATA

Representantes Exclusivos para Portugal:

Senna, Botto & Leitão, Lda.

Sede em Lisboa: Rua Nova do Almada, 18, 1.º
Telef. 26054 / 28904

Filial no Porto: Rua do Almada, 31
Telef. 28170 / 28392

AVESTA JERNVERKS AKTIEBOLAG
AVESTA — SUÉCIA
em actividade desde 1303

C. D. 547.556.33 : 543.8

Analyse des Azofarbstoffe — *Albert Brunner.*
Julius Springer, Berlim, 1929, vol. 1, págs. 124.

C. D. 614.76 : 62

A new frontier: air-pollution control — *Frederick S. Mallette.*
Institution of Mechanical Engineers, 23-4-954, vol. 1, págs. 23.

C. D. 633.853.52 : 665.335.2

Soja — *Velho, H. de L. Abreu* e *Gossweiler, John.*
Imprensa Nacional, 12-946, vol. 1, págs. 47.

C. D. 656.21.003

Cours d'Exploitation des chemins de fer
Tome I — Exploitation Comerciale
Ulysse Lamalle.
Uystpruyst, 1934, vol. 1, págs. 195.

C. D. 656.25 (46)

La Señalizacion ferroviaria española — *Julio Nogues Caiz.*
Editorial Vincar, 1946, vol. 1, págs. 92.

C. D. 657 : 621.7

The accountancy service toworks management — *C. E. Power.*
Institution of Mechanical Engineers, 7-5-954, vol. 1, págs. 11.

C. D. 66.048.6 : 621.187

Scale formation in sea-water distilling plants and its prevention — *H. Hillier.*
Institution of Mechanical Engineers, 30-1-953, vol. 1, págs. 19.

C. D. 662.99 : 620.19

Corrosion studies on a model rotary air-preheater — *G. G. Thurlow.*
Institution of Mechanical Engineers, 4-954, vol. 1 págs. 8.

C. D. 662.998 : 621.674.835

Portuguese Cork Agglomerates Insulation and Floor--And Wall Covering.
Junta Nacional da Cortiça, 1951, vol. 1.

C. D. 665.335.2 : 633.853.52

Soja — *Velho, H. de L. Abreu* e *Gossweiler, John.*
Imprensa Nacional, 12-946, vol. 1, págs. 47.

C. D. 669.017.9 (083.7)

A. S. T. M. Standards 1946
Part I - B — Non-ferrous metals.
American Society for Testing Materials, 1946, vol. 1, págs. 917.

C. D. 674.83 : 634.98 : 38.08

O Comércio Externo dos Produtos Florestais Metropolitanos — Posição Relativa da Cortiça — *J. L. e Meneses.*
Junta Nacional da Cortiça, 1953, vol. 1, págs. 43.

C. D. 674.835 : 662 652.998

Portuguese Cork Agglomerates Insulation and Floor--And Wall Coneving.
Junta Nacional da Cortiça, 1951, vol. 1.

C. D. 691 (083.7)

A. S. T. M. Standards 1946
Part II — Nonmetalic Materials. Constructional.
American Society for Testing Materials, 1946, vol. 1, págs. 1762.

C. D. 691.11 : 620 — 193.8

Principais aspectos do problema da proteccão das madeiras, em especial contra o «Hylotrupes Bajulos» — *Tomaz J. E. Mateus.*
Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1952, vol. 1, págs. 69.

C. D. 691.16 : 620.11 (083.74)

Materiais Betuminosos — Colheita de Amostras.
Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1953, vol. 1, págs. 3.

C. D. 691.16 : 620.176 (083.74)

Ensaios de Penetração de Betumes.
Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1953, vol. 1, págs. 5.

C. D. 691.523 (083.74)

Determinação da matéria orgânica nas areias para as argamassas e betões.
Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1952, vol. 1, págs. 4.

C. D. 691.7 : 620172 (083.74)

(Especificações) — Ensaio de Tracção de Metais.
Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1953, vol. 1, págs. 7.

C. D. 691.822 (083.74)

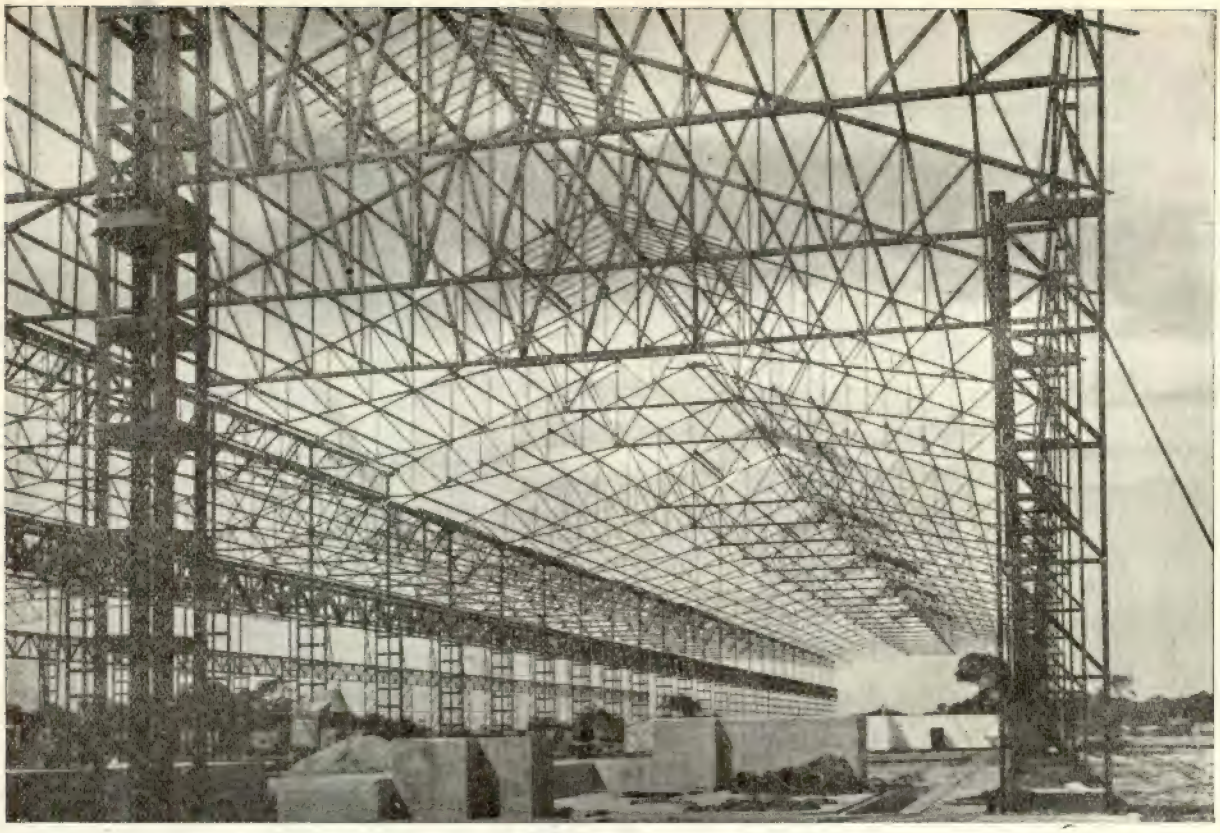
Tijolos para Alvenaria — Qualidade.
Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1952, vol. 1, págs. 14.

C. D. 691.18 : 694.18

Ligadores Metálicos para Madeira — *Alfredo J. Valverde.*
Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1953, vol. 1, págs. 27.

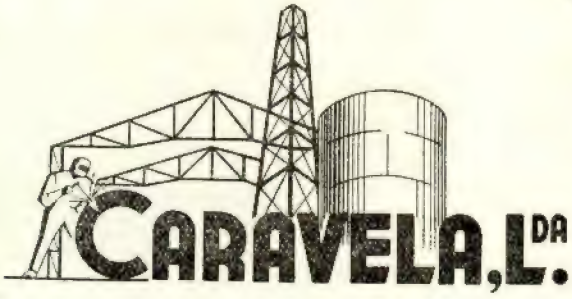
C. D. 693.3

O Uso da Terra como Material de Construção — *Ruy José Gomes* e *José de Brito Folque.*
Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1953, vol. 1, págs. 24.



Vista da nave das máquinas das instalações da Lusalite em África
Executada pela Fábrica Metalúrgica e Construtora CARAVELA, LTD.ª (Antiga OMES)

FÁBRICA METALURGICA E CONSTRUTORA



Nesta oficina executam-se também outros trabalhos; como:

Reservatórios, estruturas metálicas para aparelhos de elevação, postes metálicos, condutas metálicas, pontes metálicas, etc.

Sede: Avenida Infante D. Henrique — Talhão 10 — LISBOA

Telef. 399008 / 399480

C. D. 696.13

Fossas sépticas. Seu emprego em sistemas individuais de lançamento de esgotos domésticos — *Osvaldo Francês.*
Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1953, vol. 1, págs 19.

C. D. 74

Cours, A. B. C. de Dessin — Education de la main et de l'oeil.
Vol. 1, págs. 31.

C. D. 74

Cours A. B. C. de Dessin — L'ombre et la Lumière.
Vol. 1, págs. 24.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. 061.4 (569.)4

La conquête du désert-une exposition à Jérusalem.
Revue Brown Boveri, 3 e 4-954, vol. 41, n.os 3-4, pág. 133.

C. D. 351.712.2.333

Important legal point for Builders-Liability for negligence.
Building Digest, 12-953, vol. 13, n.º 12, pág. 418.

C. D. 368 23 : 629.12

Safety in Ships — *Captain J. P. Thomson.*
Engineering, 19-3-954, vol. 177, n.º 4599, págs. 356-357.

C. D. 513.182

Nova teoria e prática de cálculos de polígonos — Tetragonometria — *Nelson Nascimento Santos.*
Revista do Clube de Engenharia, 7-954, n.º 215, pág. 39.

C. D. 517 : 539.319

The secant approximation and Perry formula Expressions for eccentrically-loaded stuts — *R. G. Pearson.*
Engineering, 5-11-954, vol. 178, n.º 4632, pág. 594.

C. D. 531.767 : 532.5-001.5

Miniature liquid-flow meter — Remote detection of speed of rotation — *H. R. Dedow.*
Engineering, 24-9-954, vol. 178, n.º 4626, págs. 396-8.

C. D. 532.517

Flow of a viscous incompressible fluid Expressions for a uniform triangular duct — *Henry Nutall.*
Engineering, 3-9-954, vol. 178, n.º 4623, págs. 298-300.

C. D. 532 (083.3)

Formulaire de l'Ingenieur hydraulicien (Houle 2).
La Houille Blanche, 7 e 8-954, 9.º ano, n.º 4, págs 521-523.

C. D. 532.574

Formules empiriques pour l'etalonnage des moulinets — Empirical rating formulae for current meters — *S. Irmay.*
La Houille Blanche, 7 e 8-954, 9.º ano, n.º 4, págs. 461-465.

C. D. 533.6.011

Influence d'un point d'inflexion a l arrière d'un profil en Écoulement transsonique — *R. Michel, F. Marchaud, J. Le Gallo.*
La Recherche Aéronautique, 7 e 8-954 n.º 40, págs. 15-19.

C. D. 533.6.011.311

Obsetvations sur un critère de Dècollement Laminaire dans la Couche-Limite Tridimensionnelle — *E. A. Eichelbrenner.*
La Recherche Aéronautique, 7 e 8-954, n.º 40, págs. 2-5.

C. D. 533.6.013.22

Corrélation dans le temps et L'espace, avec filtre de bande, en aval d'une grille de turbulence — *A. Favre, J. Gaviglio, R. Dumas.*
La Recherche Aéronautique, 7 e 8-954, n.º 40, págs. 7-14.

C. D. 533.6.014.2 [011.3]

Essai d'approximation des forces Aérodynamiques en régime compressible a M = 0,7 — *S. Chopin.*
La Recherche Aéronautique, 7 e 8-954, n.º 40, págs. 21-26.

C. D. 533.6.001.2

Developments in the Structural Approach to Aero-Elastic Problems — *D. Williams.*
Aircraft Engineering, 10-954, vol. 26, n.º 307, A - 307, págs. 303.

C. D. 536.49.001.5 : 00.157

Thermo-Elastic Similarity — *A. J. Sobey.*
Aircraft Engineering, 10-954, vol. 26, n.º 307, pág. 298-299.

C. D. 537.226.001.5 (42)

Research on semi-conductors — Work at G. E. C. laborotories.
Engineering, 3 9-954, vol. 178, n.º 4623, pág. 312-4.

C. D. 539.4.011.23 [669.14] : 621.944

The yield point in steel — A call to improve the quality of sheets.
Engineering, 17-9-954, vol. 178, n.º 4625, pág. 366-9.

C. D. 539.41 : 536.49

Energy Theorems and Structural Analysis — *J H. Argyris.*
Aircraft Engineering, 10 954, vol. 26, n.º 308, pág. 347-356.

C. D. 539.434

Research on Creep and Fracture at High Temperatures — *A. G. Thomson.*
Aircraft Engineering, 10-954, vol. 26, n.º 307, pág. 308-309.

A Bethlehem é fornecedora mundial de tôdas as formas padronizadas de aço. A qualidade uniforme de seus produtos é assegurada por ser a Bethlehem uma organização completamente integrada na produção de aço.

O contrôle centralizado que a Bethlehem exerce sôbre suas próprias jazidas de minério, altos-fornos, fornos de tratamento, aciarias, laboratórios e demais instalações, permite-lhe garantir o fornecimento mundial de barras, ligas especiais, aços para ferramentas, chapas, perfis para estruturas, fitas, fôlha de Flandres, cabos, bastões, tubos e trilhos.

É fácil negociar com a Bethlehem, de qualquer parte do mundo. Seus escritórios e representantes estão situados em pontos acessíveis, sempre prontos para servir com solicitude. Bethlehem Steel Export Corporation, 25 Broadway, New York 4, E. U. A. Telegramas: "BETHLEHEM, NEWYORK."

A grande usina da Bethlehem, em Sparrows Point, é a maior usina, em todo o mundo, localizada junto a um pôrto marítimo. Os produtos destinados à exportação são ali embarcados diretamente para bordo dos navios.

Escritórios e representantes em tôdas as principais cidades do mundo

Em Moçambique:
Albino Dias de Carvalho, Lda.,
Lourenço Marques

BETHLEHEM STEEL

803P

C. D. 620.15/7 (44)

L'Institut Supérieur des Matériaux et de la Construction Mécanique — *M. Chalvet.*

Ingénieurs et Techniciens, 4-953, n.º 54, pág. 57-59.

C. D. 620.158 : 621.824 (73)

A survey of balancing machine developments in the Research Laboratories Division — *Thomas C. Van Degrift.*

General Motors Engineering Journal, Jan.-Fev. 1954, vol. 1, n.º 4, pág. 7-13.

C. D. 620.179.15

The industrial uses of gamma radiography — *Horace Manley.*

Civil Engineering and Public Works Review, 8-954, vol. 49, n.º 578, pág. 825.

C. D. 621 — 585.2

Le Variateur de Vitesse Hydraulique Hidro-Powex, Sistème Naeder.

Ingénieurs et Techniciens, 4-953, n.º 54, pág. 28-29.

C. D. 621.161 + 621.181.4

A modern steam engine — Light adaptable unit for rural use in under-developed countries.

Engineering, 1-10-954, vol. 178, n.º 4627, pág. 442-4.

C. D. 621.165 : 621.311.15

La turbine à vapeur dans la centrale atomique.

Revue Brown Boveri, Março-Abril, vol. 41, n.º 3-4, pág. 101-107.

C. D. 621.201.8 : 536.58

Mesure du rendement des turbines hydrauliques par la méthode thermométrique Poirson — *G. Willm* e *P. Campmas.*

La Houille Blanche, 7-8-954, vol. 9, n.º 4, pág. 449-60.

C. D. 621.315.2 [629.135.2]

Modern Aircraft Cable Developments — *D. C. Hancock* e *T. Tunnicliff.*

Aircraft Engineering, 10-954, vol. 26, n.º 307, pág. 292-299.

C. D. 621·315.28

Transatlantic telephone cable — *M. J. Kelly, Gordon Radley, G. W. Gilman* e *R. J. Halsey.*

Engineering, 12-11-954, vol. 178, n.º 4 633, pág. 638-9.

C. D. 621.316.718.5

Quelques aplications intéresantes del'arbre électrique.

Revue Brown Boveri, 5-954, vol. 41, n.º 5, pág. 153-158.

C. D. 621.34 : 621.9

Commandes à programme pour machines antils.

Revue Brown Boveri, 5-954, vol. 41, n.º 5, pág. 159-162.

C. D. 621.34 : 621.915

Equipement électrique d'une praisense de grande puissance.

Revue Brown Boveri, 5-954, vol. 41, n.º 5, pág. 163-167.

C. D. 621.34 : 677.05

Entrainement de machines de l'industrie textile par moteur à courant continú à vitesse asservie.

Revue Brown Boveri, 5-954, vol. 41, n.º 5, pág. 168-176.

C. D. 621.34.076.7

Les équipements d'entrainement à commande Thytron--Brown Boveri.

Revue Brown Boveri, 5-954, vol. 41, n.º 5, pág. 149-152.

C. D. 621.394.642

Les transducteurs et les amplificateurs magnetics.

ACEC, 1954, n.º 1, pág. 31-45.

C. D. 621.396.622.7

Nouvelle valve à haute tension, type DX-2, pour usagos multiples.

Revue Brown Boveri, 3-4-954, vol. 41, n.º 3-4, pág. 132.

C. D. 621.43/8

Engines in the Static Display.

The Aeroplane, 17-9-954, vol. 87, n.º 2 252, pág. 437-9.

C. D. 621.438 (73)

Afterburners in America.

The Aeroplane, 8-10-954, vol. 87, n.º 2 255, pág. 547-8.

C. D. 621.438 — 05 + 016.7

Thrust Augmentation — *G. C. R. Mathieson.*

The Aeroplane, 1-10-654, vol. 87, n.º 2254, pág. 516.

C. D. 621.486 — 4 : 629.13

Development of a pump-fed rocket motor — The Snarler bi-fuel aircraft-propulsion unit.

Engineering, 17-9-954, vol. 178, n.º 4 625, pág. 374-6.

C. D. 621.532.1

Control Valves for High Air-Mass Flows — *F. E. Swain.*

Engineering, 4-12-953, vol. 176, n.º 4 584, pág. 705-706.

C. D. 621.658

Une pompe a débit réglable pour tous produits gaseux ou liquides.

Engénieurs et Techniciens, 4-1953, n.º 54, pág. 57-59.

C. D. 621.791·8.00.22

Mechanization of Argon-Arc Welding — *J. P. Crum.*

Aircraft Engineering, 10-1954. vol. 26, n.º 308, pág. 360-364.

C. D. 621.8.001.2

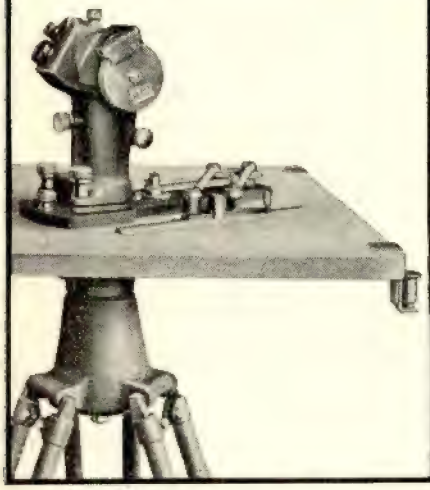
Calcul semi-théorique dun servo-mécanisme de position — *R. Moreau.*

La Recherche Aéronautique, 7-8-954, n.º 40, pág. 28-31.

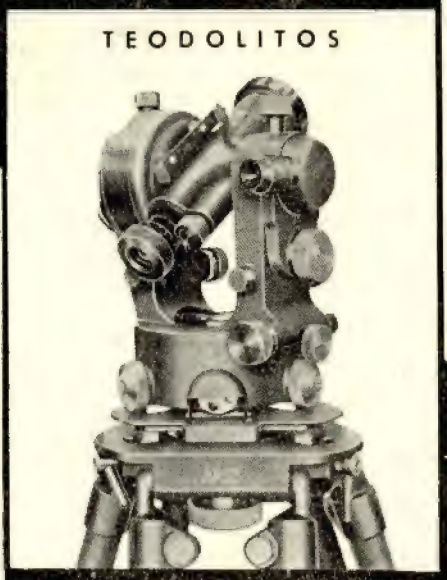
Modernos
INSTRUMENTOS GEODÉSICOS
KERN
— FABRICO SUIÇO —

Para um trabalho mais simples, mais preciso, mais rápido e menos árduo...

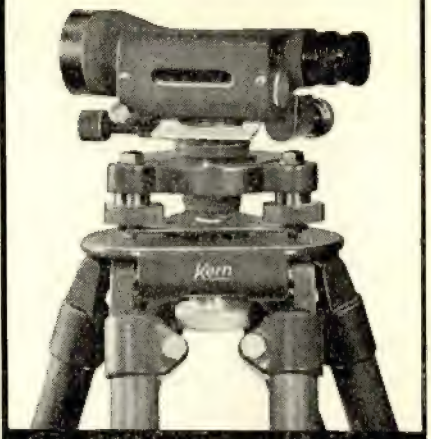
ALIDADES



TEODOLITOS



NÍVEIS



Kern AARAU

SEMPRE PARA ENTREGA IMEDIATA NOS REPRESENTANTES

EMÍLIO DE AZEVEDO CAMPOS & C.A, L.DA

PORTO — CASA FUNDADA EM 1854 — LISBOA

MANIL

EXPORTAÇÃO · IMPORTAÇÃO

Sede: **Paço d'Arcos** – Av. Voluntários da República – Tel. 262 P. A.

CONSTRUÇÃO CIVIL

SERRAÇÃO E CARPINTARIAS MECÂNICAS
MADEIRAS E TACOS TRATADOS

Depósitos: CASCAIS — ESTORIL
PAÇO D'ARCOS — PAREDE

As oficinas estão apetrechadas com os maquinismos mais modernos e com estufa para secagem e tratamento de madeiras

C. D. 621.831

The efficiency of gear trains, forward and reverse values — *H. Clausen.*

Engineering, 19-3-954, vol. 177, n.º 4599, pág. 366-367.

C. D. 621.879.3.002.7

Tillie takes a walk.

Excavating Engineer, 8-1954, vol. 48, n.º 8, pág. 27.

C. D. 621.9 : 534.3

The Vibrations of Machine-Tool Structures — *S. A. Tobias, W. Fishwick.*

Engineering, 4-12-954, vol. 176, n.º 4584, pág. 707-712.

C. D. 621.926.22

Le concassage et la fragmentation de roches — *A. Birebent, M. Mamillan.*

Annales de l'Institut Technique du Batiment et des Travaux Publics, 10-1954, n.º 82, pág. 965-984.

C. D. 624.057.6

Safety in the use of tubular scaffolding.

Civil Engineering and Public Works Review, 8-1954, vol. 49, n.º 578, pág. 828.

C. D. 624.074.3 — 012.4

The Beam Strength of the R. — C. Cylindrical Shell — *Jai Krishna* e *O. P. Jain.*

Civil Engineering and Public Works Review,
8-1954, vol. 49, n.º 578, pág. 838
9-1954, » 49, » 579, » 953

C. D. 624.131.535

Effects of vibrations on soils — *H. R. Reynolds.*

Civil Engineering and Public Works, Review,
8-1953, vol. 49, n.º 578, pág. 835
10-1954, » 49, » 580, » 1077

C. D. 624.131.6

Mecanique des terrains permeables — 1.ª Parte — *J Ferrandon.*

La Houille Blanche, 7-8-954, 9.º ano, n.º 4, pág. 466-480.

C. D. 624.132.3

Foothill Freeway : Headache Road — *Ray Doy.*

Excavating Engineer, 8-1954, vol. 48, n.º 8, pág 20.

C. D. 624.137.5

Sobre la utilizacion de los drenes contrafuertes, con algunas ideas generales sobre los corrimientos de tierras — *Francisco Javier Urquia Zaldua.*

Revista de Obras Públicas, 10-1954, n.º 2874, pág. 491-498.

C. D. 624.953

Les tendances actuelles dans la construction des gazometres — *R. Groffier.*

Annales de l'Institut Technique du Batiment et des Travaux Publics, 10-1954, n.º 82, pág. 919-938.

C. D. 625.726

Consideraciones sobre cubicaciones de tierras — *F. Carrillo Smith.*

Revista de Caminos, 7-12-954, pág. 113.

C. D. 627.83

Etude de quelques caracteristiques de l'ecoulement dans la partie aval des evacuateurs de Surface — *R. Maitre et S. Obolensky.*

La Houille Blanche, 7-8-954, 9.º ano, n.º 4, pág. 481-511

C. D. 628.15.004.5

Rehabilitacion de tuberias obstruidas por materiales depositados — *F. Josa Castells.*

Revista de Obras Públicas, 10-954, n.º 2874, pág. 499-505.

C. D. 628.2 (42)

Workington main drainage scheme — *Haudel Kay* e *A. Struct.*

Civil Engineering and Public Work Review, 8-954, vol. 49, n.º 578, pág. 831 ; 9-954, vol. 49, n.º 579, pág. 957.

C. D. 629.113 : 621.43 — 714

Major cooling problems encountered in today's automobiles — *Harold A. Reynolds.*

General Motors Engineering Journal, 1 e 2-954, vol. 1, n.º 4, págs. 2-6.

C. D. 629.12 : 368.23

Safety in Ships — *Captain J. P. Thomson.*

Engineering, 19-3-954, vol. 177, n.º 4599, págs. 356-357.

C. D. 629.13 [539.43] : 614.83

The Comet Inquiry.

The Aeroplane, 12-11-954, vol. 87, n.º 2 260, pág. 705-11 ; 19-11-954, vol. 87, n.º 2 261, pág. 740-7.

C. D. 629.13.012 : 539.4 [518.42]

The Strength of Tubular Struts — *R. Prizeman.*

Aircraft Engineering, 10-954, vol. 26, n.º 307, pág. 300-302.

C. D. 629.13.014 : 539

Some Remarks on Structural Analysis of Swept Wings — *E. Terner.*

Aircraft Engineering, 10-954, vol. 26, n.º 307, pág. 288-291.

C. D. 629.13.002.21

Current Developments of Aircraft Production Processes — *J. V. Connoly.*

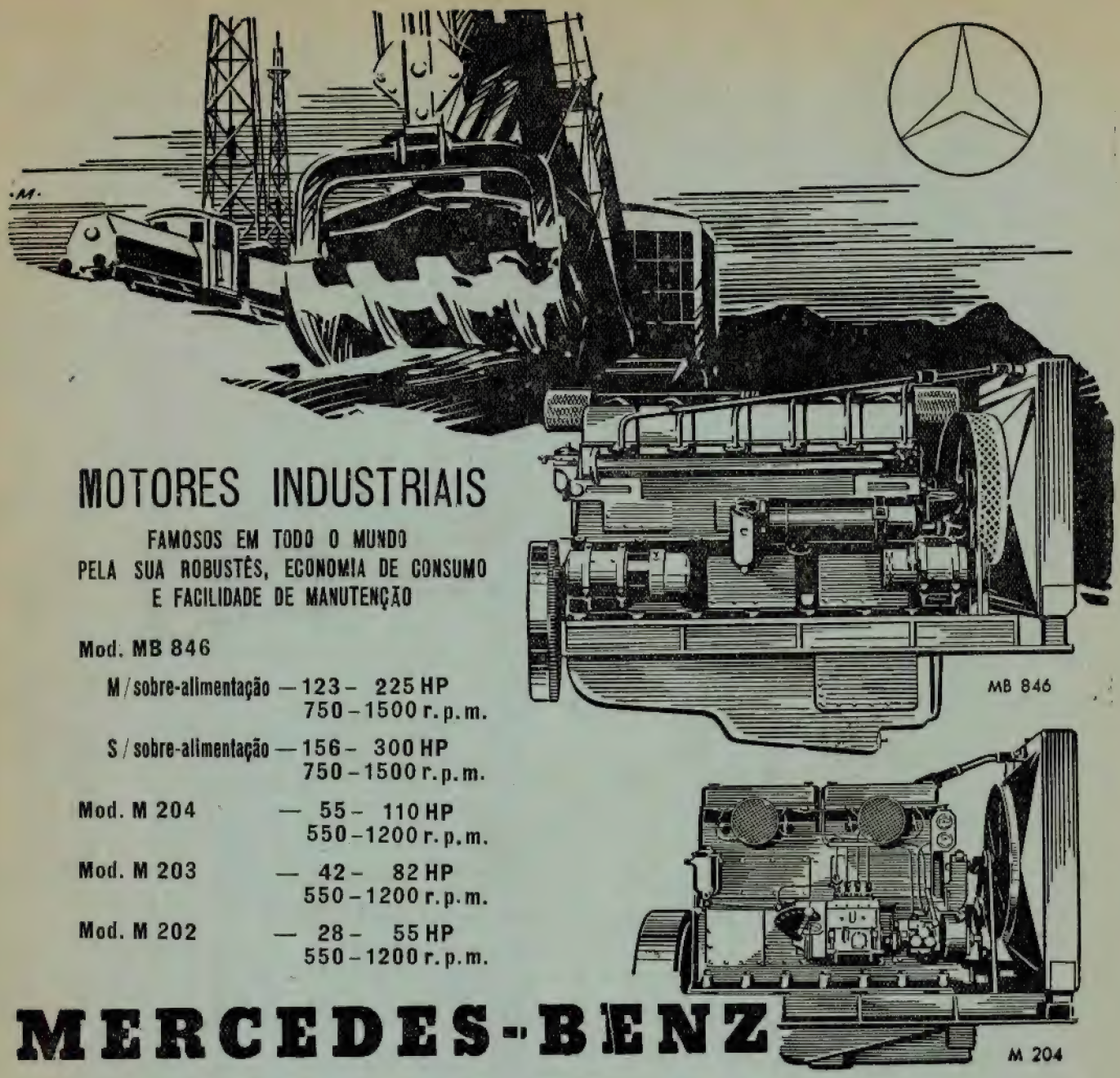
Aircraft Engineering, 10-954, vol. 26, n.º 307, pág. 272-291.

C. D. 669.011

Metal Supplies and Powder Metallurgy To-Morrow — *H. W. Greenwood.*

Metallurgia, 3-954, vol. 49, n.º 293, pág. 135-136.

8 referências bibliográficas.



MOTORES INDUSTRIAIS

FAMOSOS EM TODO O MUNDO
PELA SUA ROBUSTÊS, ECONOMIA DE CONSUMO
E FACILIDADE DE MANUTENÇÃO

Mod. MB 846

M / sobre-alimentação — 123 - 225 HP
750 - 1500 r.p.m.

S / sobre-alimentação — 156 - 300 HP
750 - 1500 r.p.m.

Mod. M 204 — 55 - 110 HP
550 - 1200 r.p.m.

Mod. M 203 — 42 - 82 HP
550 - 1200 r.p.m.

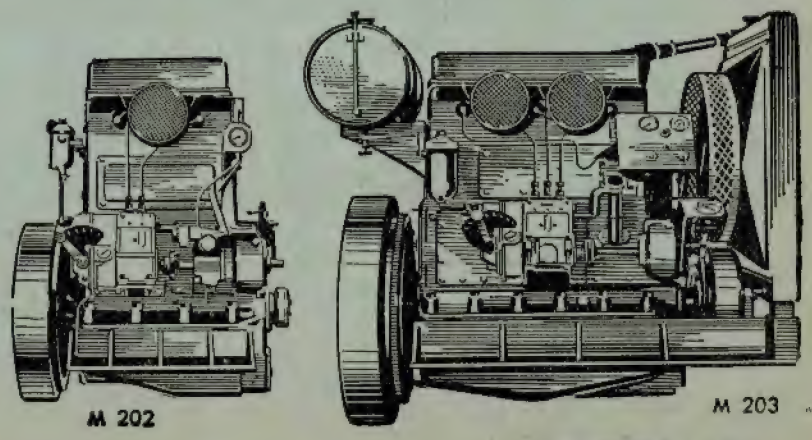
Mod. M 202 — 28 - 55 HP
550 - 1200 r.p.m.

MERCEDES-BENZ

DIESEL

- Motores a 4 Tempos
- Arrefecimento por Água
- Antecâmara de Combustão

Para todas as aplicações industriais



Representantes

C. SANTOS LDA.

DIVISÃO MARÍTIMA E TÉCNICA

Trav. da Glória, 17 a 19-A
LISBOA

Transportam todos os materiais com rendimento que vai de 100 a 425 ton./hora

Os transportadores portáteis Barber-Greene oferecem o meio mais eficiente e económico para o transporte de: Areia, Pedra, Carvão, Cinza, Cimento, Produtos químicos, Sacos e Caixas.

Todos os transportadores portáteis Barber-Greene são destinados a serem rebocados por viaturas rápidas.

Para informação detalhada dirija-se ao representante exclusivo.

Barber-Greene Overseas, Inc.
Barber-Greene Company, Aurora, Ill., U.S.A.

BG

Barber-Greene Olding & Co., Ltd., England
Barber-Greene Canada, Ltd., Canada

REPRESENTANTE EXCLUSIVO:

SMEIA

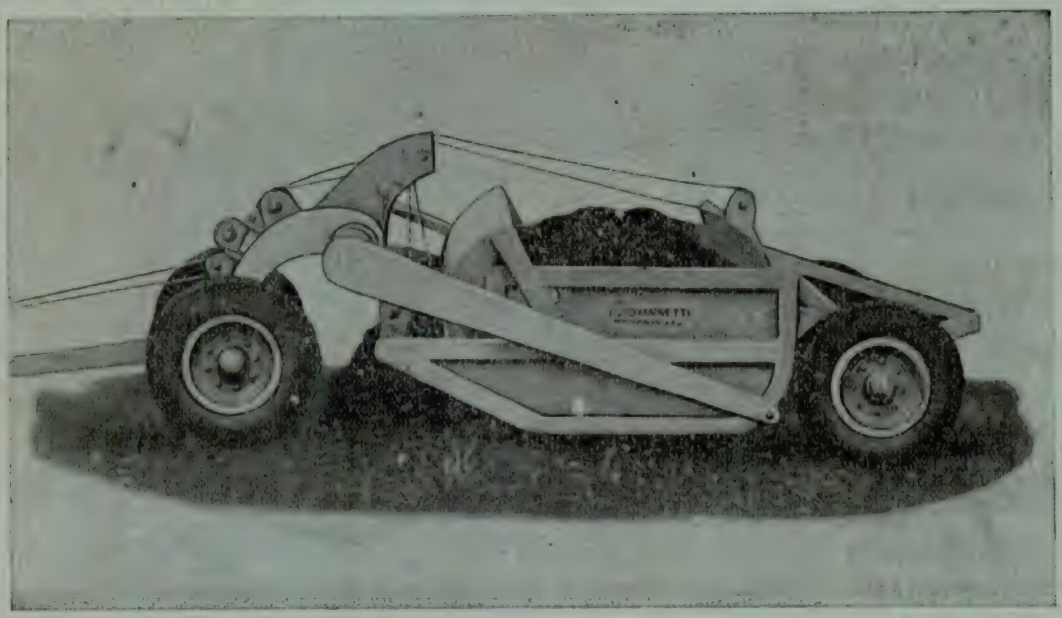
SOCIEDADE DE MECANIZAÇÃO INDUSIRIAL E AGRÍCOLA, S. A. R. L.

Avenida Padre Manuel da Nóbrega, 8
LISBOA

Ad No. 54-104A—P.O.

MÁQUINAS

PARA MOVIMENTAÇÃO DE TERRAS



Tractores Diesel

de rasto contínuo de 40 a 160 HP.

EQUIPADOS COM:

Angledosers de comando único ou hidràulico

ou

Scrapers

ou

Rippers

Para excavação ou remoção de terras

CONSULTEM

Os Distribuidores Exclusivos:

MONTEIRO GOMES, LIMITADA

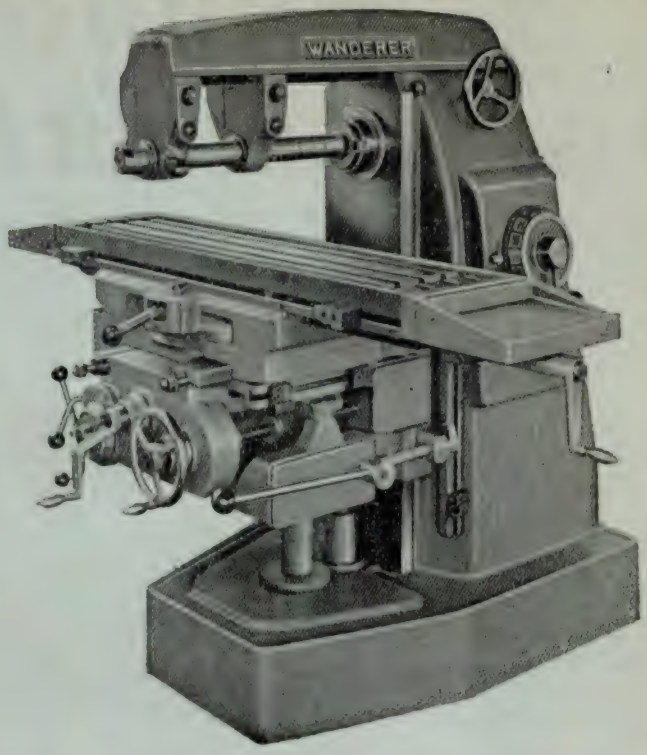
RUA CASCAIS, 47 — LISBOA

BEJA — ÉVORA — PORTO — SANTARÉM — VILA FRANCA DE XIRA — LUANDA (ANGOLA

MÁQUINAS FERRAMENTAS DE QUALIDADE

Tornos Paralelos
Limadores
Engenhos Radiais
Máquinas de Rectificar
Tornos Revólver
Frezas
Escateladores
Plainas
Mandriladoras

Entrega imediata



MÁQUINAS DE PRECISÃO, L.DA

(Eng.º J. d'Arriaga de Tavares)

LISBOA:
Rua da Boa Vista, 45 a 49 — Tel. 66086

PORTO:
Rua Sá da Bandeira, 629 — Tel. 28720

LUANDA:
Rua Restauradores de Angola, 68-1.º

EMPRESA ELECTRO CERÂMICA — S. A. R. L.

Candal — Gaia

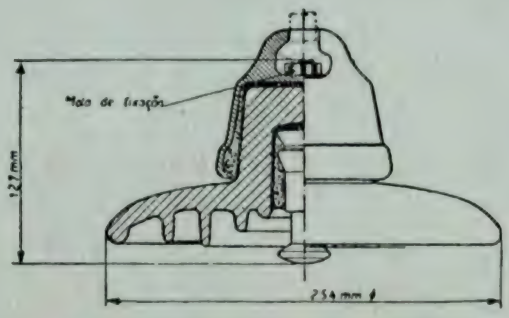
ISOLADORES DE CADEIA

Para suspensão

Tipo ACS 25

Este isolador é igual ao tipo I. B. S. 99 da firma inglesa Taylor Tunnicliff & Co., Ltd., por acordo com a qual o fabricamos

Peso aproximado:
4,3 kg cada elemento

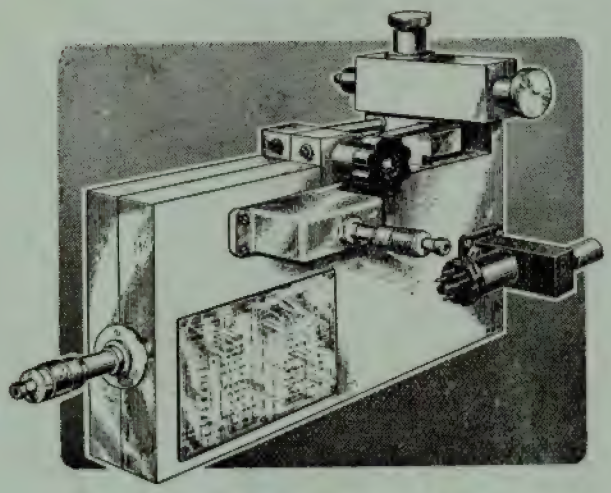


Materiais

Porcelana vidrada em castanho.
Campânulas de ferro fundido maleável, galvanizadas por imersão a quente.
Hastes de aço macio galvanizadas por imersão a quente.
Molas de fixação de bronze fosforoso.

Sede — Largo Barão de Quintela, 3 - LISBOA

FERRANTI



LINHAS DE MEDIDA EM MICRO-ONDAS

FERRANTI ACABA DE LANÇAR NO MERCADO VÁRIOS APARELHOS PARA ESTUDOS NUCLEARES E NOMEADAMENTE:

— LINHAS DE MEDIDA EM MICRO-ONDAS
— TRIÓDIOS PARA ALTA-FREQUÊNCIA, ETC.

F
FERRANTI

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS

C. SANTOS LDA.

DIVISÃO MARÍTIMA E TÉCNICA

17, Travessa da Glória, 19-A

LISBOA

Fábrica Portugal

S. A. R. L.ª

LISBOA

MOBILIÁRIO METÁLICO

EM TODOS OS GÉNEROS

Instalações completas para :

Mobiliário moderno
para

ESCRITÓRIOS
ESCOLAS
BIBLIOTECAS

CLÍNICAS
HOSPITAIS
SANATÓRIOS
CINEMAS
HOTÉIS
ESPLANADAS

SALAS DE EXPOSIÇÕES :

Rua Febo Moniz, 2 a 20 — Praça dos Restauradores, 49 a 57
Avenidas da República e Elias Garcia — Rua da Graça, 82 e 84

Original · FRANKIT

DIE ZUVERLÄSSIGE HOCHDRUCK-DICHTUNG

CARTÕES PARA JUNTAS

EMPANQUES F. A. W.

PARA TODOS OS FINS

CARTÕES DE AMIANTO COMPRIMIDO

* FRANKIT H – N – OE E UNIVERSAL
  para juntas de alta pressão e temperatura
* FRANKOELIT
  para juntas de ácidos e óleos quentes

EMPANQUES F. A.W.

ESPECIAIS PARA:

Fins hidráulicos
Martelos-pilões
Alcalis "ALKALI"
"SOLVENTES BENZOPACK"
ACIDOS
ÓLEOS
ETC.

AMIANTO E MATERIAIS PARA ISOLAMENTO

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS

Sociedade Fornecedora de Acessórios Industriais, SOFAI, L.da

AVENIDA JOÃO XXI, 20 - C TELEFONES 76 3060 e 77 1495 LISBOA

RÉGUAS DE CÁLCULO

FABRICO ALEMÃO

Numa grande variedade de sistemas em modelos de bolso, escritório e de parede.

As réguas de cálculo **ARISTO** são precisas, resistentes, práticas e duma concepção completamente diferente de todas as outras. Escreva a pedir preços e catálogos aos

Representantes exclusivos para Portugal:

EMÍLIO DE AZEVEDO CAMPOS & C.ª, L.DA

CASA FUNDADA EM 1854

Sede: R. de Santo António, 137 — PORTO

Telef. 20254/5

Filial: R. Antero de Quental, 17 — LISBOA

Telef. 53366

ARISTO

TRABALHANDO PARA O FUTURO

CEMPEXO

RESISTÊNCIA E DURAÇÃO

UM PRODUTO DA

DANSK CEMENT CENTRAL

AS TINTAS CEMPEXO EMBELEZAM E PROTEGEM OS EDIFÍCIOS

PORQUE SÃO

HIDRÓFUGAS

E

PETRIFICANTES

DISTRIBUIDORES EM PORTUGAL

HENRIQUES & CASTRO, Lda.

AVENIDA CONDE DE VALBOM, 96

LISBOA

TELEF. 77 5057

MÁRMORES

aos melhores preços

Em todas as aplicações

A MAIOR PRODUÇÃO DO PAÍS

Pedidos à

Sociedade dos Mármores de Portugal, L.da

Rua de S. Domingos de Benfica, 63

LISBOA

Companhia União Fabril

Sede: Rua do Comercio, 49

LISBOA

O MAIOR AGRUPAMENTO INDUSTRIAL DA PENINSULA IBÉRICA

Fábricas em:
Alferrarede, Barreiro, Canas de Senhorim, Lisboa, Mirandela, Óbidos, Porto, Soure e Vila Nova de Gaia.

Superfosfatos, Sulfatos de Cobre, Enxofre, Sabões, Acidos, Oleos industriais e alimentares, Azeites, Torteame, Sacarias, Grossarias, Fios, Carpetes e Mangueiras.

Oficinas de:
Construções metalicas, Mecânica geral de Automoveis e Engrenagens

Fundição de:
AÇO, FERRO E OUTROS METAIS

Construção Naval

(Arrendataria do estaleiro naval da A. G. P. L.)

Metalurgia de Ouro e Prata — Refinação electrolitica

ELECTRO-ARCO
LIMITADA

ELECTRODIOS
POSTOS E ACESSORIOS
PARA A SOLDADURA ELECTRICA

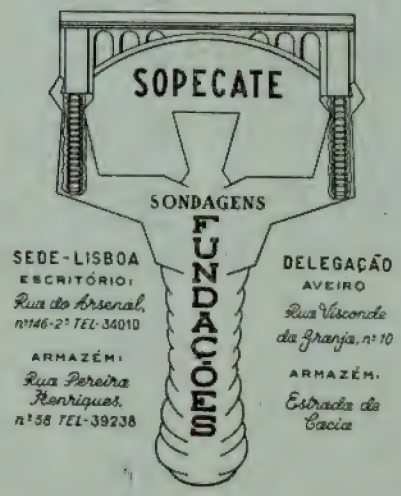
MATERIAL APROVADO PELO
LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING

FÁBRICA E LABORATÓRIOS
VENDA NOVA — AMADORA

LISBOA
RUA SILVA CARVALHO, 239 — TEL 63649

PORTO
RUA DO BOLHÃO, 216 — TEL 21277

Sociedade de Pesquisas, Captações de Agua e Transportes, L.da



AUSTIN 1955

A50 'Cambridge'

•PODER•ACELERAÇÃO•ELEGÂNCIA•CONFÔRTO•

•UM CARRO DE GRANDE CATEGORIA•

Distribuidores Gerais

J. J. GONÇALVES, SUCRS

LISBOA — EVORA — PORTO

AGENTES EM TODOS OS DISTRITOS

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada

(REGISTADO)

■ ■ ■

SERRALHARIAS,

CALDEIRARIA,

FERRARIA,

FUNDIÇÕES

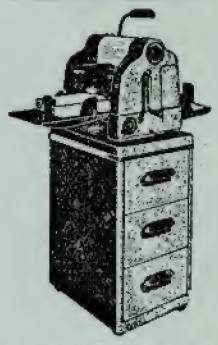
■ ■ ■

ESCRITÓRIO

Rua de S. Tiago, 13

LISBOA

Telefone 26572



DUPLICADORES

Manuais e eléctricos.

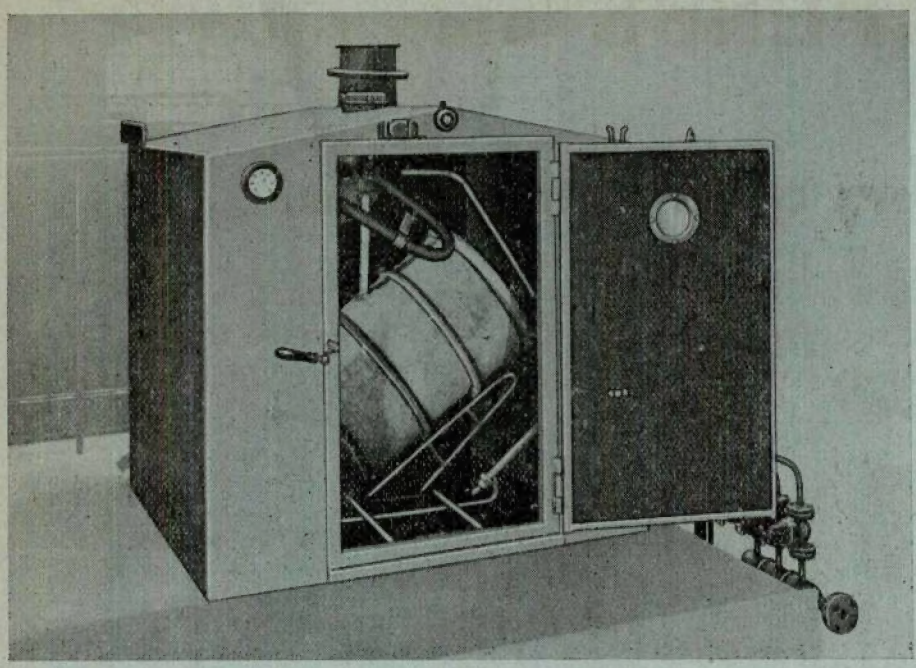
Gestetner

OS MELHORES DO MUNDO

A GESTETNER, L.DA

RUA DA CONCEIÇÃO, 125 Telefone 2 2620 - LISBOA | LARGO DO PADRÃO, 20, 1.º Telefone 2 3469 - PORTO

BRAUNSCHWEIGISCHE MASCHINENBAUANSTALT



BMA

MATERIAL

DE

QUALIDADE!

AS MAIS MODERNAS INSTALAÇÕES PARA LAVAGEM

AUTOMÁTICA E RECUPERAÇÃO DE TAMBORES

AZEVEDO & PESSI, L.DA

R. Nova do Almada, 46—Lisboa—Telef. 24495-29879-20354

- Isolamentos térmicos, acústicos e contra fogo.
- Purgadores para vapor de todos os tipos.
- Válvulas de passagem para vapor.
- Válvulas reguladoras de temperatura de vapor, água e ar.
- Válvulas redutoras de pressão de vapor e água.
- Aparelhos de tratamento de água.
- Tubo metálico flexível em tombaque.
- Reguladores de combustão para caldeiras de aquecimento central.
- Cimentos e plásticos refractários.

Pedidos a

BOUHON & IRMÃO, LTD.

Em Lisboa: Avenida Júlio Dinis, 26, r/c Esq.
Telef. 773603 e 778685

No Porto: Rua Antero de Quental, 615
Telef. 40124

MATERIAL ELÉCTRICO

para instalações de alta e baixa tensão

•

ESPECIALIDADES **GARDY:**

Corta-circuitos e cartuchos de alto poder de corte
Disjuntores para força motriz e iluminação
Disjuntores de calibres variáveis
Dinjuntores MINIHUILLE, até 35 kV
Dispositivos de corte em carga para seccionadores, etc.

REPRESENTANTE:

ANTÓNIO BARÓ

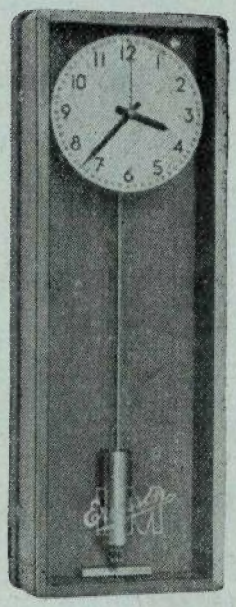
Rua da Assunção, 99-2.º-Dt.º

LISBOA

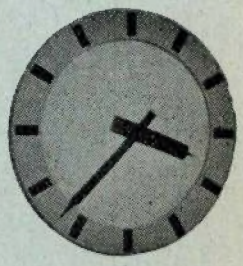
PENSE em Ericsson

quando a hora certa é um problema!

Nos Escritórios, Fábricas, Colégios, Quartéis, Estações de Embarque de Passageiros, Casas de Saúde, Repartições Públicas, o SISTEMA ERICSSON auto-regulado resolve o problema da hora certa e uniforme.



- **Relógio MESTRE Ericsson.**
- **Relógios Ericsson para contrôle de ponto.**
- **Relógios secundários Ericsson.**
- **Dispositivo para programas de sinalização.**



Outros produtos Ericsson:

- Sistemas telefónicos de todos os tipos
- Sistemas de telesinalização
- Sistemas de radiocomunicações e sonorização
- Diversa aparelhagem telefónica e eléctrica

SOCIEDADE ERICSSON DE PORTUGAL, L.DA

RUA FILIPE FOLQUE, 7, 1.°

LISBOA

Telefone (P P C - 2 linhas) — 57193 • Telegramas: ERICSSON

Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

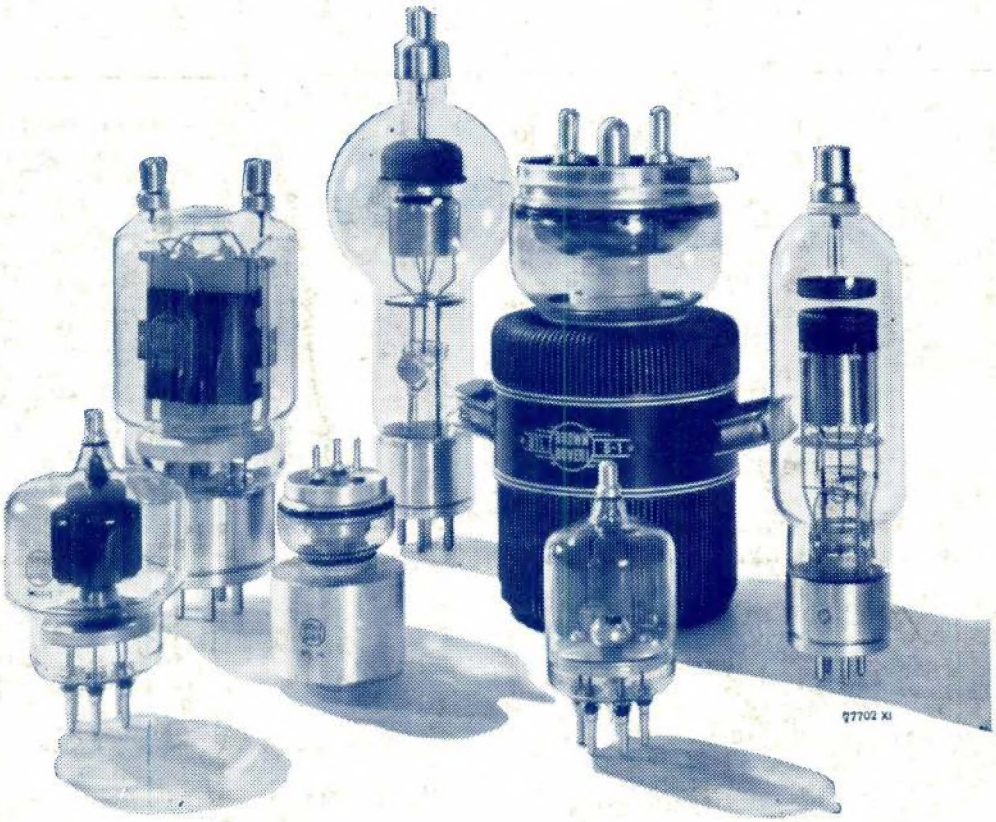
PR. DA FIGUEIRA, 18. 3.º
TELEF. 3 2774

LISBOA

SOCIEDADE ANÓNIMA

BROWN, BOVERI & CIE.

BADEN (SUÍÇA)



Fornece não só material eléctrico para centrais, postos de transformação, caminhos de ferro, electrificação de fábricas, mas também postos emissores de rádiofonia e rádiotelegrafia, instalações de ondas dirigidas, aparelhos e válvulas electrónicas para todos os usos industriais. Válvulas em armazém.

Representante geral em Portugal:

EDOUARD DALPHIN

Rua de Sá da Bandeira, 481- 2.º (Palácio do Comércio) PORTO